Grade12files

قوانين في الفيزياء

almanahj.com/ae

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد بن عبد الله عليه وعلى آله أفضل الصلاة والتسليم.

أحمد الله جل وعلا، على أن امتن علي بكتابة هذا الكتيب الخاص بتبسيط الفيزياء، ومع أنه لا يشمل كل أبواب هذا العلم الكريم إلا أنني أرجو أن يكرمني رب العالمين بإضافة ما يتيسر في إصدارات قادمة إن شاء الله.

وأدعوا الله بفضله وكرمه أن يجعلني ممن يشملهم الحديث الشريف «من سلك طريقا يلتمس فيه علما سهل الله له به طريقا إلى الجنة».

حقوق الملكية الفكرية

هذا الكتيب مجاني.

- التصميم والرسوم البيانية بإستخدام برنامج ليك Lyx ولغة لتيك Latex مفتوحتي المصدر.
- الرسومات باستخدام برنامج انكسكيب inkscape المفتوح المصدر.
- الاستشهادات مملوكة لأصحابها.

almanahj.com/ae

المحتويات

1 الحركة **13**

1.0.1 الحركة 14

1.0.1.1 قوانين نيوتن 14

1.0.1.2 معادلات الحركة الخطية 15

1.0.1.3 السقوط الحر 16

1.0.1.4 المقذوفات 18

1.1 التدريبات 20

2 الحركة الدورانية **21**

2.1 وصف الحركة الدورانية 22

2.1.1 الإزاحة الزاوية 22

2.1.2 السرعة الزاوية 22

2.1.3 التسارع الزاوي 23

2.1.3.1 معادلات الحركة الزاو 24

2.1.4 العزم 25

2.1.5 محصلة العزوم 25

2.2 الاتزان 26

2.2.1 مركز الكتلة 26

2.2.2 مركز الكتلة والثبات 26

2.2.3 شرطا الإتزان 26

2.3 التدريبات 28

3 الزخم وحفظه **29**

3.1 الدفع والزخم 30

3.1.1 الدفع 30

3.1.2 الزخم 30

3.1.3 العلاقة بين الدفع والزخم 31

3.2 حفظ الزخم 31

3.2.1 التصادم في بعد واحد 31

3.2.2 التصادم في بعدين 32

3.3 التدريبات 34

4 الشغل والطاقة **35**

4.1 الشغل والقدرة 36

4.1.1 الشغل 36

4.1.2 الطاقة الحركية 36

4.1.3 نظرية الشغل الطاقة 37

4.1.4 القدرة 37

4.2 الآلات 38

4.2.1 الفائدة الميكانيكية 38

4.2.2 الفائدة الميكانيكية المثالية 38

4.2.3 الكفاءة 38

4.3 التدريبات 39

almanahj.com/ae

5 الطاقة وحفظها **41**

5.1 الطاقة وأشكال الطاقة 42

5.1.1 الطاقة الحركية 42

5.1.2 الطاقة المخزنة 42

5.1.2.1 طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية 42

5.1.2.2 طاقة الوضع المرونية 43

5.1.2.3 طاقة الوضع السكونية 43

5.1.3 قانون حفظ الطاقة 43

5.1.3.1 التصادمات 44

5.2 التدريبات 45

6 الطاقة الحرارية **47**

6.1 درجة الحرارة وكمية الحرارة 48

6.1.1 درجة الحرارة 48

6.1.2 كمية الحرارة 48

6.1.3 العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الحرارة 48

6.1.4 الاتزان الحراري 48

6.1.5 التدفق الحراري وطرقه 48

6.1.6 الحرارة النوعية والسعة الحرارية 48

6.2 حالات المادة 49

6.2.1 الطاقة الكامنة للإنصهار 49

6.2.2 الطاقة الكامنة للغليان 50

6.3 قوانين الديناميكا الحرارية 50

6.3.1 القانون الثاني للديناميكا الحرارية 51

6.4 التدريبات 52

7 حالات المادة **53**

7.1 الموائع 54

7.1.1 قوانين الغاز 54

7.1.1.1 قانون بويل 54

7.1.1.2 قانون شارل 55

7.1.1.3 القانون العام للغازات 55

7.1.1.4 قانون الغاز المثالي 56

7.2 القوى داخل السوائل 56

7.3 الموائع الساكنة والمتحركة 57

7.3.1 الموائع الساكنة 57

7.3.1.1 مبدأ باسكال 57

7.3.1.2 قوة الطفو 57

7.3.2 الموائع المتحركة 58

7.3.2.1 مبدأ برنولي 58

7.3.2.2 خطوط الانسياب ونقطة الانفصال 59

7.4 المواد الصلبة 59

7.4.1 التمدد الحراري للمواد الصلبة 59

7.4.2 معامل التمدد الطولي (α) 59

7.4.3 معامل التمدد الحجمي (β) 60

7.5 التدريبات 61

8 الاهتزازات والموجات **63**

8.1 الحركة الاهتزازية 64

8.1.1 النابض 64

8.1.1.1 قانون هوك 64

8.1.1.2 طاقة الوضع المرونية للنابض 64

almanahj.com/ae

8.1.1.3 سرعة النابض عند نقطة معينة . . . 65
8.1.2 البندول . . . 65
8.2 أنواع الموجات . . . 65
8.2.1 الموجات الميكانيكية . . . 65
8.2.2 الموجات الكهرومغناطيسية . . . 65
8.3 خصائص الموجات . . . 66
8.4 التدريبات . . . 67

9 الصوت **69**
9.1 خصائص الصوت . . . 70
9.1.1 الموجات الصوتية . . . 70
9.1.2 الكشف عن موجات ضغط الصوت . . . 70
9.1.2.1 حدة الصوت . . . 71
9.1.2.2 علو الصوت . . . 71
9.1.2.3 مستوى الصوت . . . 71
9.1.3 تأثير دوبلر . . . 71
9.1.3.1 أمثلة على تأثير دوبلر . . . 72
9.2 الرنين في الانابيب الهوائية والاوتا . . . 72
9.2.1 الرنين في الانابيب الهوائية . . . 72
9.2.1.1 الرنين في الانابيب الهوائية المغلقة . . . 72
9.2.1.2 الرنين في الانابيب الهوائية المفتوحة . . . 73
9.2.1.3 الرنين في الأوتار . . . 73
9.3 الموجات فوق الصوتية . . . 73
9.4 التدريبات . . . 74

10 أساسيات الضوء **75**
10.0.1 مصادر الضوء . . . 76
10.0.2 الاستضاءة . . . 76
10.0.3 الطبيعة الموجية للضوء . . . 77
10.1 التدريبات . . . 79

11 المرايا والعدسات **81**
11.1 خصائص الضوء . . . 82
11.1.1 سرعة الضوء . . . 82
11.1.2 قانون الانعكاس . . . 82
11.1.3 قانون الانكسار . . . 82
11.1.4 الزاوية الحرجة . . . 83
11.2 المنشور . . . 83
11.3 العدسات الكروية . . . 84
11.3.1 العدسات المحدبة . . . 84
11.3.2 العدسات المقعرة . . . 85
11.3.3 تطبيقات على العدسات . . . 86
11.4 القانون العام للعدسات والمرايا . . . 86
11.4.1 قانون التكبير للعدسات والمرايا . . . 87
11.5 المرايا الكروية . . . 88
11.5.1 المرايا المقعرة . . . 88
11.5.2 المرايا المحدبة . . . 89
11.5.3 تطبيقات على المرايا . . . 90
11.6 القانون العام للعدسات والمرايا . . . 90
11.6.1 قانون التكبير للعدسات والمرايا . . . 90
11.7 الليزر وتطبيقاته . . . 91
11.8 التدريبات . . . 93

almanahj.com/ae

12 التداخل والحيود **95**

12.1 التداخل 96
12.1.1 أنواع الضوء 96
12.1.2 تجربة يونج 96
12.1.3 التداخل في الأغشية الرقيقة 96
12.1.4 حيود الشق الأحادي 97
12.1.5 محزوز الحيود 98
12.1.6 معيار ريليه 98
12.2 التدريبات 99

13 الكهرباء الساكنة **101**

13.1 الشحنات 102
13.1.1 مكونات الذرة 102
13.1.2 الإلكترونات والمواد 102
13.1.3 شحنة الإلكترون 102
13.2 التدريبات 103

14 المجالات الكهربائية **105**

14.1 المجال الكهربائي 106
14.1.0.1 الشحنة الكهربائية 106
14.1.0.2 القوة الكهربائية بين الشحنات 106
14.1.1 ثنائي القطب 106
14.1.1.1 عزم ثنائي القطب 107
14.1.1.2 تكوين المجال الكهربائي لثنائي القطب 107
14.1.1.3 شدة المجال الكهربائي (E) 107
14.1.1.4 شدة المجال الجاذبية (g) 108
14.1.1.5 قوة المجال الكهربائي على جسيم 108
14.1.1.6 الطاقة الكهربائية الكامنة بين جسيمين مشحونين 109
14.1.1.7 فرق جهد الطاقة الكهربائية الكامنة 109
14.1.1.8 السعة والمكثفات 109
14.2 التدريبات 111

15 التيار المستمر **113**

15.1 مصادر التيار الكهربائي 114
15.2 القدرة الكهربائية والشغل والتيار 114
15.3 التيار والشحنة 114
15.4 المقاومة الكهربائية 115
15.5 المقاومة النوعية أو المقاومية 115
15.6 القدرة الكهربائية والمقاومة 116
15.7 الطاقة الكهربائية أو الشغل 116
15.8 التدريبات 117

16 التوصيل على التوالي والتوازي **119**

16.1 التوصيل على التوالي 120
16.2 التوصيل على التوازي 121
16.3 التدريبات 123

17 النظرية النسبية **125**

17.0.0.1 النظرية النسبية الخاصة 126
17.0.0.2 النظرية النسبية العامة 127
17.1 التدريبات 129

almanahj.com/ae

18 الفيزياء الذرية **131**
18.0.0.1 وحدات الكتلة الذرية . . . 132
18.0.0.2 معادلة ريذرفورد لتناثر الجسيمات . . . 132
18.0.0.3 معادلة عمر النصف النشط . . . 133
18.0.0.4 قانون الطاقة لاينشتاين . . . 133
18.1 التدريبات . . . 134

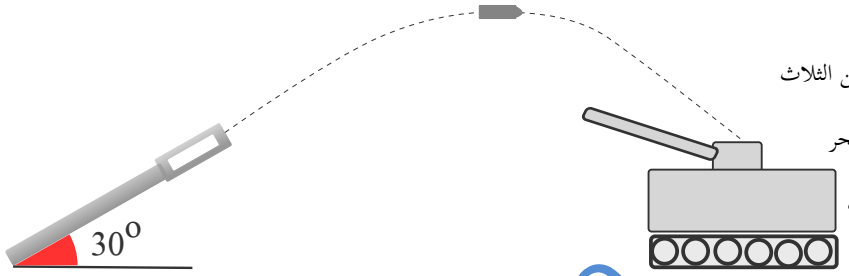
19 المفاعلات النووية **135**
19.0.1 الذرة . . . 136
19.0.2 المواد المستخدمة في المفاعلات الذرية . . . 136
19.0.3 تخصيب اليورانيوم . . . 137
19.0.4 المحطة النووية . . . 138
19.0.5 أنواع المفاعلات الذرية . . . 139
19.0.6 النفايات النووية . . . 139
19.1 التدريبات . . . 140

20 ملحقات **141**
20.0.1 الجدول الدوري للعناصر . . . 141
20.1 بايثون للفيزيائيين . . . 143

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

1 الحركة



- دراسة قوانين نيوتن الثلاث
- دراسة السقوط الحر
- دراسة المقذوفات

مقدمة

almanahj.com/ae

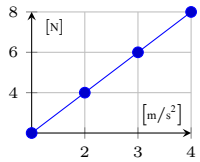
1.0.1 الحركة

1.0.1.1 قوانين نيوتن

القانون الأول - قانون القصور الذاتي يبقى الجسم محافظا على سرعته ($v \geq 0$) مالم تؤثر عليه قوة خارجية غير متزنة.[1]

حين نركل جسما كالكرة إلى الامام فإنه يبدأ بالسير بسرعة كبيرة ثم تبدأ سرعته بالتناقص شيئا فشيئا إلى أن يتوقف، وهذا التناقص في السرعة ناتج عن قوة خارجية نسميها قوة الاحتكاك، ولو لم توجد تلك القوة الخارجية لاستمر الجسم في حركته بتأثير القصور الذاتي، والجسم الساكن مثل الكتاب على الرف سيبقى ثابتا في مكانه بتأثير القصور الذاتي ما لم يأت إنسان ويؤثر عليه بقوة خارجية فيرفعه من مكانه، ويحسن ملاحظة أن القصور الذاتي يزداد بزيادة كتلة الجسم، فالشاحنة الكبيرة يصعب تحريكها إن كانت ساكنة، ويصعب إيقافها إن كانت متحركه لأن قصورها الذاتي كبير نتيجة لكبر كتلتها.

$$\sum F_i = 0 \qquad (1.1$$



شكل 1.1: نيوتن الثاني

القانون الثاني - قانون الديناميكا القوة المؤثرة على جسم تتناسب طرديا مع تسارعه في اطار مرجعي معين.

حين يبدأ القطار بالانطلاق من المحطة فإن سرعته تبدأ بالزيادة من الصفر اثناء وقوفه ثم 1 م/ث ، 2 ، 3 ، .... ، إن هذه الزيادة المطردة في السرعة يطلق عليها فيزيائيا «التسارع الموجب» وهو عكس التسارع السالب الناتج عن تباطؤ الجسم، وقد نتجت الزيادة في سرعة القطار عن قوة يبذلها محركه في اتجاه الحركة، فالقوة ولدت زيادة في السرعة أي تسارع موجب، والعكس صحيح، فحين نبذل قوة عكسية بالمكابح (الفرامل) فإن السرعة تقل أي أن التسارع سالب، وهذا هو ما يعنيه قانون نيوتن الثاني.

$$\sum F = ma \qquad (1.2$$

حيث F القوة، m الكتلة، a التسارع.

مثال 1.0.1 السؤال

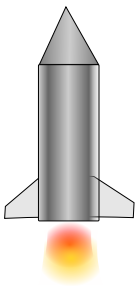
أوجد القوة اللازمة لإكساب جسم ساكن كتلته $4kg$ تسارعا مقداره $3m/s^2$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=4Kg$ ، $v=3m/s^2$

التطبيق: $F=ma$ $=4\times3$ $=12N$

النتيجة: القوة التي يجب بذلها على الجسم تساوي 12 نيوتن.



شكل 1.2: قانون نيوتن الثالث

القانون الثالث - قانون رد الفعل لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه.

تدخل أحيانا حبات من الغبار إلى الأنف فيعطس الإنسان، ويخرج الهواء من الفم بسرعة $160km/h$ ، نلاحظ عندها ارتداد الرأس إلى الخلف في اتجاه معاكس لإندفاع هواء العطسة، وهذا ما يحدث أيضا حين يخرج الهواء من مؤخرة الصاروخ، فالغازات المحترقة تندفع بقوة للأسفل ونسميها قوة الفعل بينما جسم الصاروخ يندفع بقوة معاكسة للأعلى وهي ما نسميها قوة رد الفعل وتكونان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه، ويجب أن نتنبه إلى الخطأ الشائع القائل لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه، فليس لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار، فحين تدفع الكرسي للأمام مترا واحدا لن يندفع جسمك للخلف مترا واحدا مع أن الكرسي قد أثر على جسمك بقوة معاكسة تساوي القوة التي بذلتها عليه أثناء الدفع.

$$F_a = -F_b \qquad (1.3$$

حيث F_a قوة الفعل، F_b قوة رد الفعل، والاشارة السالبة تدل على الإتجاه المعاكس.

[1] فيزيائي انجليزي توفي عام 1727م.

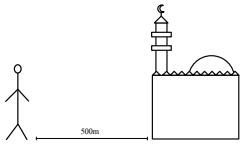
almanahj.com/ae

السرعة هي المسافة التي يقطعها الجسم خلال وحدة الزمن.

أي أن زيادة السرعة تعني زيادة المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن ، فإذا كان لدينا سيارة تقطع $10km$في الساعة وسيارة أخرى تقطع $20km$ في الساعة، فهذا يعني أن السيارة الثانية أسرع من الأولى، لأنها تقطع مسافة أكبر في نفس وحدة الزمن وهي هنا الساعة، كما يجب ملاحظة أن السرعة كمية متجهة، فالطائرة التي تطير بسرعة $1000km/h$ لن تصل يوما إلى مطار الرياض إذا كان اتجاهها إلى مطار أبها.

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \qquad (1.4$$

حيث v السرعة، Δd التغير في السرعة، Δt التغير في الزمن.



شكل 1.3: السرعة

مثال 1.0.2 السؤال

يقطع شاب المسافة من بينه للمسجد خلال 20 دقيقة، فإذا علمت أنه يسكن على بعد $500m$ عن المسجد، احسب سرعة مشيه؟

نحسب السرعة..

$v=\frac{d}{t}$

الحل

تعيين المعطيات: $d=500m$ ، $t=20min$

$=\frac{500}{1200}=0.4m/s$

التطبيق: نحول الزمن إلى ثوان..

$t=20\times60=1200s$

النتيجة: السرعة التي يسير بها الشاب للوصول للمسجد $0.4m/s$ وتساوي $1.44km/h$.

التسارع هو معدل تغير السرعة المتجهة خلال وحدة الزمن.

التسارع كمية فيزيائية نعبر بها عن الزيادة أو النقصان في سرعة جسم ما خلال فترة زمنية معينة، فحين ينطلق العداء في مضمار السباق، نقول أن له تسارع موجب، أي زادت سرعته من صفر إلى $10m/s$ مثلا ، وحيث يضغط راكب الدراجة على المكابح الهوائية إلى أن يتوقف، فإننا نقول إن تسارعه سالب، أي نقصت سرعته إلى أن اصبحت صفر.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad (1.5$$

حيث a التسارع، Δv التغير في السرعة.

مثال 1.0.3 السؤال

انتجت سيارة تستطيع الوصول إلى $100km/h$ من السكون خلال $3.5s$ ، أحسب تسارعها؟

التطبيق:

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

الحل

تعيين المعطيات: $v=100km/h=27.77m/s$ ، $t=3.5s$

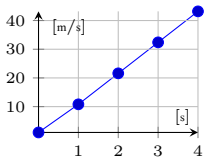
$=\frac{27.77}{3.5}=7.93m/s^2$

النتيجة: تسارع السيارة 7.93متر/ثانية مربعة.

1.0.1.2 معادلات الحركة الخطية

معادلات الحركة هي معادلات متعلقة بالحركة الخطية، وتتعامل مع اربع متغيرات هي المسافة والزمن والسرعة والتسارع، والبعض يعتبرها ثلاث معادلات والبعض يعتبرها اربع وبعضهم يقول انها خمس، لكن الحقيقة أنها جميعا مشتقة من معادلتين، ومنهما يمكننا اشتقاق الثالثة والرابعة و...، كأننا نتعامل مع أسرة بها أب وأم ومنهما ينتج الأبناء، واختيار القانون المناسب يتوقف على المعطيات والمجهول في السؤال.

almanahj.com/ae



شكل 1.4: القانون الاول

$$v_x(t) = a_0 t + v_0 \quad (1.6$$

مثال 1.0.4 السؤال

سيارة تسير بسرعة $10m/s$ ثم زادت سرعتها بتسارع مقداره $4m/s^2$ ، احسب السرعة التي ستصلها بعد 8 ثوان ؟

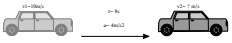
$v_x(t)=a_0t+v_0$

$=(4\times8)+10$

$=42m/s$

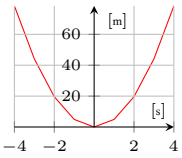
الحل

تعيين المعطيات: $t=8s$ ، $v_0=4m/s$ ، $v=10m/s$



التطبيق:

النتيجة: السرعة التي ستصلها السيارة بعد 8 ثوان تساوي 42 متر/ثانية.



شكل 1.5: القانون الثاني

$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad (1.7$$

مثال 1.0.5 السؤال

جسم ساكن انطلق بتسارع مقداره $5m/s^2$ لمدة $9s$ ، احسب المسافة التي قطعها ؟

$=(\frac{1}{2}\times5\times9^2)+(0\times9)$

$=202.5+0=202.5m$

الحل

تعيين المعطيات: $v_0=0$ ، $a=5m/s^2$ ، $=9s$

التطبيق:

$x(t)=\frac{1}{2}at^2+v_0t$

النتيجة: المسافة التي قطعها الجسم تبلغ 202.5متر.

أشهر المعادلات المستنتجة منهما $v_f^2=v_0^2+2a\Delta x$.

1.0.1.3 السقوط الحر

شكل 1.6: السقوط الحر[6]

السقوط الحر هو سقوط الجسم باتجاه الارض دون تأثير قوة خارجية عدا الجاذبية الارضية.

وليس شرطا أن يكون الجسم ساقطا إلى الأسفل، وإنما المقصود أنه جسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية سواء للأعلى أو الأسفل ، وما يميز هذا النوع من الحركة أننا نستبدل التسارع الخطي a بتسارع الجاذبية الأرضية g ذو القيمة الثابتة $9.8m/s^2$ مهما تغيرت كتلة الجسم أو حجمه.

$$x(t) = \frac{1}{2}\cancel{a}^{g}t^2 + v_0 t \qquad v_x(t) = \cancel{a_0}^{g}t + v_0$$

$$x(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \qquad v_x(t) = gt + v_0$$

الزمن في السقوط الحر

$$t_g = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1.8$$

حيث g تسارع الجاذبية الارضية، h الارتفاع.

طرفة علمية ⋆

أعلى سقوط حر للامريكي ايكنز الذي قفز من ارتفاع 25 الف قدم بدون مظلة وسقط على شبكة دون أن يصاب بأذى.

almanahj.com/ae

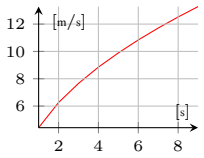
السرعة في السقوط الحر

البسيط

حين نريد حساب سرعة الجسم الساقط سقوط حر، مع تجاهل الإحتكاك بالهواء فإننا نستخدم قانون بسيط، يعتمد على متغير واحد فقط هو الإرتفاع، وثابت واحد هو ثابت الجاذبية الأرضية.

$$v_g = \sqrt{2gh} \quad (1.9)$$

حيث g تسارع الجاذبية الارضية، h الارتفاع.



شكل 1.7: السقوط الحر

مثال 1.0.6 السؤال

سقط جسم من أعلى مبنى ارتفاعه $40m$ ، احسب حساب السرعة
الزمن اللازم لوصوله للأرض، وسرعته عند ذلك؟

الحل

تعيين المعطيات: $h=40m$ ، $g=9.8m/s^2$

التطبيق: حساب الزمن

$$t_g=\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$=\sqrt{\frac{2\times40}{9.8}}$$

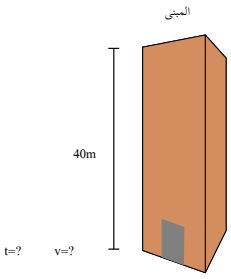
$$=2.85s$$

$$v_g=\sqrt{2gh}$$

$$=\sqrt{2\times9.8\times40}$$

$$=28m/s$$

النتيجة: سيصل الجسم للأرض بعد 2.85ثانية وبسرعة 28 م/ثانية.



شكل 1.8: السقوط الحر

الدقيق للاجسام الكروية

عندما نريد حساب سرعة الكرة التي تسقط سقوط حر، بدقة ومع مراعاة نوع الوسط المائي ولزوجته، فإننا نحتاج إلى قانون أدق.

$$v(t) = \frac{mg}{b}(1 - e^{-\frac{b}{m}t}) \quad (1.10)$$

$$b = -6\pi\mu r \quad (1.11)$$

حيث b معامل السحب السطحي، μ معامل اللزوجة، r نصف قطر الكرة الساقطة.

السرعة في آلة آتوود

آلة اتوود[2] هي جهاز معملي مكون من عمود مثبت على قاعدة، وفي اعلى العمود توجد بكرة يحيط بها خيط تعلق في طرفيه كتلتين مختلفتين، بحيث يتحرك الخيط باتجاه الكتلة الأكبر.

البكرة هي عجلة بها فتحه في وسطها وتعمل كمحور دوران لها، وقد تحتوي أنظمة البكرات على أكثر من بكرة، وتتميز أنظمة البكرات بكفاءتها العالية في نقل الطاقة، أي أن نسبة الطاقة المفقودة خلال عملية نقل الطاقة منخفضة جدا.

$$v_x = \sqrt{(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2})2gh} \quad (1.12)$$

حيث m_1 كتلة الجسم الأول، m_2 كتلة الجسم الثاني.

[2] آلة تم اختراعها في عام 1784 على يد الانجليزي جورج آتوود.

almanahj.com/ae

مثال 1.0.7 السؤال

احسب سرعة حركة جسمين معلقين في طرفي حبل على بكرة حرة الحركة، عندما يصبح الارتفاع بينهما $20cm$وكتلتهما 10 و 20 كيلوجرام على التوالي؟

الحل

تعيين المعطيات: $h=20cm$ ، $m_1=10kg$ ، $m_2=8kg$

التطبيق:

$$v_x=\sqrt{(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2})2gh}$$

$$=\sqrt{(\frac{10-8}{10+8})\times 2\times 9.8\times 0.2}$$

$$=0.659m/s$$

ويمكن حلها بطريقة أخرى..

$$\Delta F=ma$$

$$(10\times 9.8)-(8\times 9.8)=(10+8)\times a$$

$$19.6=18a$$

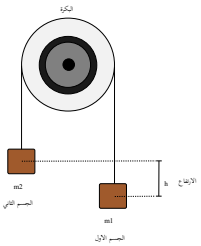
$$a=1.088m/s^2$$

$$v_f^2=v_0^2+2a\Delta x$$

$$v_f=\sqrt{(0+2\times 1.088\times 0.2)}$$

$$=0.659m/s$$

النتيجة: سرعة حركة الجسمين ستكون 0.659 متر/ثانية.



شكل 1.9: آلة آتوود

1.0.1.4 المقذوفات

شكل 1.10: المقذوفات[6]

عند إنطلاق أو قذف جسم ما الى الهواء، نسميه في هذه الحالة مقذوف، أي أنه اكتسب طاقة أولية، نتيجة بذل قوة عليه، ثم أصبح يتحرك في الهواء تحت تأثير قوة الجاذبية فقط، وبدون قوة دفع أخرى، سواء داخلية مثل الصاروخ، أو خارجية. إن هذا الجسم سيتحرك في الهواء لفترة ما، ثم يبدأ بالهبوط إلى الأرض بتأثير الجاذبية الارضية، وأيضا نتيجة فقد جزء من الطاقة الحركية بتأثير الاحتكاك بالهواء، وغالبا يتم تجاهل الاحتكاك في الأمثلة البسيطة غير التخصصية، وإذا كانت نقطة الانطلاق ونقطة الوصول في مستوى أفقي واحد، يمكننا التعويض مباشرة في القانونين التاليين.

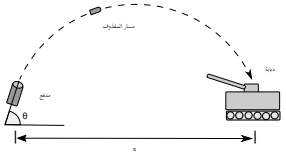
المسافة النهائية الافقية في المقذوفات بعد أن نقذف الجسم، يبدأ بالارتفاع ثم السقوط على الأرض، فإذا اردنا حساب المسافة الأفقية بين نقطة الإطلاق ونقطة الاصطدام بالارض أو الهدف، نستخدم القانون:

$$x=\frac{2v_0^2 sin(\theta)cos(\theta)}{g}=\frac{v_0^2 sin(2\theta)}{g} \quad (1.13)$$

زمن الوصول الافقي في المقذوفات ولحساب الزمن الذي يحتاجه المقذوف من لحظة إطلاقه إلى لحظة إصطدامه بالارض نستخدم القانون:

$$t=\frac{2v_0 sin(\theta)}{g} \quad (1.14)$$

إن الصيغتين أو المعادلتين السابقتين هي مجرد صيغ لتبسيط وتسريع حل المسائل، لكن أنصح بالتعامل مع الصيغ العامة كما في طريقة الحل الثانية في المثال التالي، لأنها تسمح لنا بحفظ المعادلات الأساسية، ثم نعتمد على ذكائنا وفهمنا للسؤال.



شكل 1.11: المسافة الافقية في المقذوفات

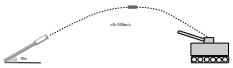
almanahj.com/ae

مثال 1.0.8 السؤال

أطلقت قذيفة مدفع بسرعة ابتدائية مقدارها $300m/s$ وبزاوية 30° مع الافق، احسب بعد الهدف الذي ستصيبه، والزمن اللازم لذلك؟

الحل

تعيين المعطيات: $v_0 300m/s$ ، $\theta=30^\circ$



التطبيق: حساب المسافة النهائية..

$$x=\frac{v_0^2 sin(2\theta)}{g}$$

$$=\frac{300^2\times sin(2\times 30)}{9.8}$$

$$=7953.29m$$

حساب الزمن..

$$t=\frac{2v_0 sin(\theta)}{g}$$

$$=\frac{2\times 300\times sin30}{9.8}$$

$$=30.61s$$

حل آخر باستخدام معادلات الحركة..

المركبة الرأسية) $v_y = vsin\theta$

$$=300sin30=150m/s$$

$$v_f=v_0+gt$$

$$0=150+9.8\times t$$

$$t=-150/(-9.8)=15.3s$$

هذا زمن الصعود، وزمن الهبوط مثله، فيكون الزمن الكلي $30.6s$.

المركبة الأفقية) $v_x = vcos\theta$

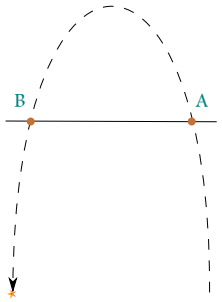
$$=300cos30=259.8m/s$$

$$x=vt=259.8\times 30.6=7950m$$

النتيجة: بعد الهدف الذي ستصيبه القذيفة 7953.29متر، وتصله القذيفة بعد 30.61ثانية من إطلاقها.

almanahj.com/ae

1.1 التدريبات



شكل 1.12: تدريبات 1-5

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب الزاوية التي يجب استخدامها لاطلاق قذيفة مدفع هاوتزر 155 مم بسرعة $v_0=827m/s$ لكي يصيب هدف على بعد $x=24km$ ؟ ثم احسب الزمن اللازم لاصابة الهدف ؟

الحل

تعيين المعطيات: $x=24000m$ ، $v_0=827m/s$

التطبيق:

$$x=\frac{v_0^2 sin(2\theta)}{g}$$

$$24000=\frac{827^2\times sin(2\times\theta)}{9.8}$$

$$sin(2\times\theta)=\frac{24000\times 9.8}{827^2}$$

$$\theta=\frac{sin^{-1}(0.343)}{2}=10.05degrees$$

$$t=\frac{2v_0 sin(\theta)}{g}$$

$$=\frac{2\times 827\times sin(10.05)}{9.8}=29.45s$$

2- ترك جسم ليسقط رأسيا بسرعة $0m/s$ من أعلى جرف ارتفاعه $85m$؟ كم الزمن اللازم لوصوله للارض؟

الحل

تعيين المعطيات: $a=-9.8m/s$ ، $v_0=0m/s$

التطبيق:

$$x(t)=\frac{1}{2}at^2+v_0t$$

$$85=0.5\times 9.8\times t^2$$

$$t=\sqrt{\frac{85}{4.9}}=4.165s$$

3- قام نسر بالامساك بسلحفاة كتلتها $1.3kg$ ثم حملها إلى ارتفاع $70m$ وألقاها على صخرة لكي تتكسر صدفتها، احسب سرعة إصطدامها بالصخرة الموجودة على الارض ؟

الحل

تعيين المعطيات: $h=70m$ ،$m=1.3Kg$

التطبيق:

$$v=\sqrt{2gh}$$

$$=\sqrt{2\times 9.8\times 70}$$

$$=37.04m/s$$

4- علق جسمين كتلتهما 10 ، 15 كيلوجرام في طرفي آلة آتوود، احسب سرعة حركتهما عندما تكون المسافة الرأسية بينهما 35 سنتمتر ؟

الحل

تعيين المعطيات: $h=$ ، $m_2=15Kg$ ، $m_1=10Kg$

$35cm=0.35m$

التطبيق:

$$v_x=\sqrt{(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2})2gh}$$

$$=\sqrt{(\frac{15-10}{15+10})\times 2\times 9.8\times 0.35}$$

$$=1.171m/s$$

5- احسب الزمن الذي يحتاجه الأسد للوصول إلى سرعة $60km/h$ إذا علمت أنه يتسارع من السكون بمقدار $4.2m/s$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $a=4.2m/s$ ، $v_x=60km/h$

التطبيق:

$$v_x(t)=a_0t+v_0$$

$$t=\frac{v_x-v_0}{a}=\frac{16.66-0}{4.2}$$

$$t=3.966s$$

6- القوس الانجليزي الطويل يطلق السهم بقوة تساوي $470N$ ، إحسب تسارع السهم الذي كتلته $0.25Kg$ ، ثم احسب سرعته بعد 2 ثانيه؟

الحل

تعيين المعطيات: $t=2s$ ، $m=0.25Kg$ ، $F=470N$

التطبيق:

$$F=ma$$

$$a=\frac{470}{0.25}=1880m/s^2$$

أي أن سرعته $1880m/s$ في الثانية الأولى، ومنه نحسب سرعة السهم المقذوف

$$v_x(t)=gt+v_0$$

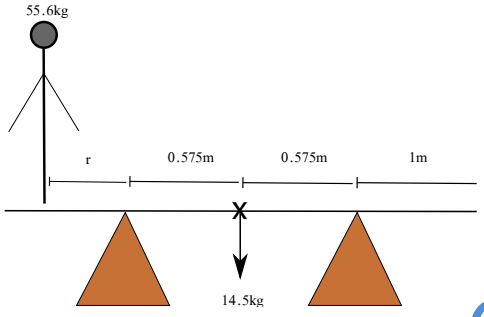
$$v_x=((-9.8)\times 2)+1880=1860.4m/s$$

7- في المقذوفات الحرة، تتساوى سرعة الجسم في أي نقطتين تقعان في مستوى أفقي واحد (شكل 10-1):

1. صحيح ✓ 2. خاطيء

almanahj.com/ae

2 الحركة الدورانية



- الحركة الدائرية
- العزم
- التوازن

مقدمة

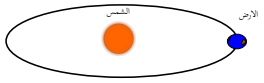
almanahj.com/ae

عندما يتحرك جسم في مدار دائري مثل حركة القمر حول الأرض أو حركة عقرب الساعة، فإننا نحتاج إلى وصف هذه الحركة بطريقة فيزيائية لدراستها والاستفادة منها، ولهذا يعمد العلماء إلى وصف هذه الحركة بطريقتين:

الاولى تصف حركة الجسم بدلالة الزاوية التي يقطعها الجسم حول المركز (الإزاحة الزاوية) ، وفي هذه الحالة نسمي حركة الجسم بالحركة الزاوية.

أما إذا وصفنا الحركة بدلالة الإزاحة التي يقطعها الجسم على محيط المسار الدائري فإننا نسمي حركة الجسم بالحركة الخطية.

وفي كلتا الطريقتين نحن نصف الحركة الدورانية، ولهذا فإننا نستطيع التحويل بين كميات الحركة الزاوية وكميات الحركة الخطية لنفس الجسم بإستخدام قوانين سهلة وبسيطة.

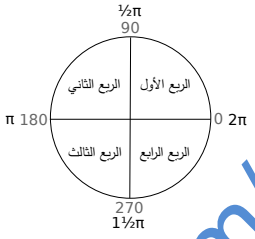


شكل 2.1: الشمس والارض

2.1 وصف الحركة الدورانية

2.1.1 الإزاحة الزاوية

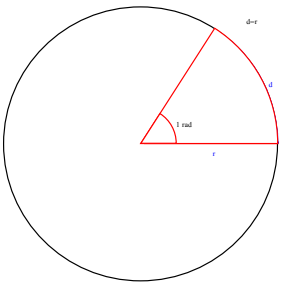
الإزاحة الزاوية هي الزاوية التي يقطعها الجسم أثناء حركته.



شكل 2.2: الزوايا

Rad	Grad	Deg	
2π	400	360	الدائرة
$\frac{1}{2\pi}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{360}$	الوحدة الواحدة
$\backsimeq 57.3$	0.9	1	بالدرجات

جدول 2.1: وحدات الحركة الزاوية



شكل 2.3: الراديان

والراديان هي وحدة الزوايا في النظام الدولي للوحدات ولهذا فإننا نستخدمها كوحدة اساسية للإزاحة الزاوية، ونعرف الراديان بأنه $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة، وهندسيا هو الإزاحة الزاوية التي يساوي قوسها نصف قطر دائرتها.

$$\theta = 2\pi \times \text{عدد الدورات} \qquad (2.1$$

$$d = r\theta \qquad (2.2$$

حيث d المسافة ، r نصف قطر الدائرة ، θ الإزاحة الزاوية بوحدة راديان rad.

مثال 2.1.9 السؤال

إذا تحركت عقارب الساعة من الساعة 12 إلى الساعة 6 ، فاحسب المسافة القوسية التي يقطعها طرف العقرب، علما أن طول العقرب 10 سنتيمتر ؟

الحل

تعيين المعطيات: $\theta=\pi$ ، $r=10cm=0.1m$

التطبيق:

$\because$ الدائرة $=2\pi rad$

$\therefore$ نصف الدائرة $=(r)\pi rad$

$d=r\theta$

$d=0.1\times\pi$

$d=0.314m$

النتيجة: المسافة اليقطعها طرف عقرب الساعات على محيط الساعة يساوي 0.314متر.

★ هدف وجداني

الطواف حول الكعبة في مكة المكرمة يكون عكس عقارب الساعة، أي إشارته موجبة.

2.1.2 السرعة الزاوية

السرعة الزاوية هي معدل الإزاحة الزاوية التي يقطعها الجسم خلال وحدة الزمن.

almanahj.com/ae

تدور المروحة حول محورها، وأثناء دورانها تقطع كل ريشة منها إزاحة زاوية، تبدأ من صفر، وحين تتم دورة كاملة نقول إنها قطعت 2π ، وإذا أتمت دورتين تكون الازاحة الزاوية 4π و وهكذا، لنفرض أنها انجزت الدورتين خلال دقيقة، إذاً ستكون السرعة الزاوية $4\pi rad/min$. تستخدم السرعة الزاوية في معرفة معدل دوران محركات السيارات، الطائرات، مولدات الكهرباء وغيرها من الأجهزة والآلات.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} \quad (2.3$$

$$v = r\omega \quad (2.4$$

حيث v السرعة الخطية، r نصف قطر الدائرة ، ω السرعة الزاوية.
حيث السرعة الخطية بوحدة m/s، والسرعة الزاوية بوحدة rad/s، ونصف القطر بوحدة m.

مثال 2.1.10 السؤال

مروحة نصف قطرها 1.2 متر، دارت إزاحة زاوية مقدارها 6 راديان خلال ثانيتين، أوجد السرعة الزاوية والسرعة الخطية لطرفها الخارجي؟

الحل

تعيين المعطيات: $r=1.2m$ ، $\theta=6rad$ ، $t=2s$

التطبيق: السرعة الزاوية:

$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega=\frac{6}{2}=3rad/s$$

السرعة الخطية:

$$v=r\omega$$

$$v=1.2\times3$$

$$v=3.6m/s$$

النتيجة: السرعة الزاوية للمروحة 3 راديان/ثانية، والسرعة الخطية لها 3.6متر/ثانية.

almanahj.com/ae

2.1.3 التسارع الزاوي

التسارع الزاوي هو معدل السرعة الزاوية التي يقطعها الجسم خلال وحدة الزمن.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} \quad (2.5$$

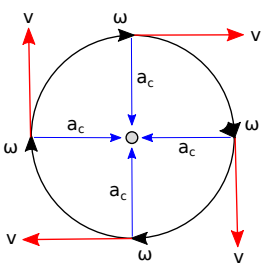
$$a = r\alpha \quad (2.6$$

$$a_c=\frac{v^2}{r}$$

$$a_c=\omega^2 r$$

حيث a التسارع الخطي، r نصف قطر الدائرة ، α التسارع الزاوي.

حيث التسارع الخطي بوحدة mls^2، والتسارع الزاوي بوحدة rad/s^2، ونصف القطر بوحدة m.



شكل 2.4: اتجاه التسارع الزاوي

مثال 2.1.11 السؤال

من المثال السابق ، احسب التسارع الزاوي والتسارع الخطي؟ التسارع الخطي:

$a=r\alpha$

الحل

تعيين المعطيات: $t=2s$ ، $\theta=6rad$ ، $r=1.2m$

$a=1.5\times3$

التطبيق: التسارع الزاوي:

$a=4.5m/s^2$

$\alpha=\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

النتيجة: التسارع الزاوية للمروحة 1.5 راديان/ثانية مربعة، وتسارعها الخطي 4.5متر/ثانية مربعة.

$\alpha=\frac{3}{2}=1.5rad/s^2$

2.1.3.1 معادلات الحركة الزاوية

معادلات الحركة الزاوية هي معادلات متعلقة بالحركة الزاوية، وتتعامل مع اربع متغيرات هي الازاحة الزاوية والزمن والسرعة الزاوية والتسارع الزاوي، والبعض يعتبرها ثلاث معادلات والبعض يعتبرها اربع وبعضهم يقول انها خمس، لكن الحقيقة أنها جميعا مشتقة من معادلتين، ومنهما يمكننا اشتقاق الثالثة والرابعة و...، واختيار القانون المناسب يتوقف على المعطيات والمجهول في السؤال [8].

$$\omega(t) = \alpha_0 t + \omega_0 \quad (2.7)$$

مثال 2.1.12 السؤال

تتحرك بكرة من السكون، بتسارع ثابت $2.6rad/s^2$، بعد زمن $6s$ احسب السرعة الزاوية ؟

$=(2.6\times6)+0$

الحل

تعيين المعطيات: $t=6s$ ، $\alpha=2.6m/s^2$ ، $\omega_0=0$

$=15.6rad/s$

التطبيق:

$\omega(t)=\alpha_0 t+\omega_0$

النتيجة: السرعة الزاوية للبكرة تساوي 1.56 راديان/ثانية.

$$\Delta\theta(t) = \frac{1}{2}\alpha t^2 + \omega_0 t \quad (2.8)$$

مثال 2.1.13 السؤال

من المثال السابق:

احسب الازاحة الزاوية التي يقطعها الجسم خلال نفس الزمن ؟ احسب عدد الدورات ؟

$=46.8+0=46.8rad$

$rev's=\frac{\Delta\theta}{2\pi}$

الحل

تعيين المعطيات: $t=6s$ ، $\alpha=2.6m/s^2$ ، $\omega_0=0$

$=\frac{46.8}{2\pi}=7.4rev$

التطبيق:

$\Delta\theta=\frac{1}{2}\alpha t^2+\omega_0 t$

$=(\frac{1}{2}\times2.6\times6^2)+(0\times6)$

النتيجة: الازاحة الزاوية للجسم 46.8 راديان، وعدد الدورات 7.4دورة.

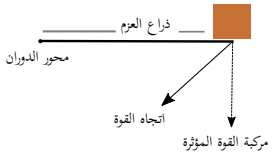
almanahj.com/ae

2.1.4 العزم

العزم هو مقدرة القوة على إحداث دوران حول محور.

العوامل المؤثرة في العزم:

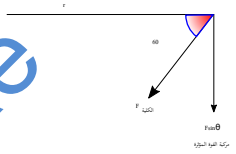
1. القوة المؤثرة
2. ذراع العزم
3. زاوية القوة



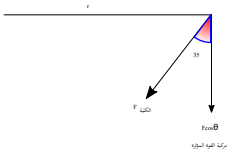
شكل 2.5: العزم

$$\tau = Fr \times sin\theta \qquad (2.9$$

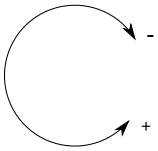
حيث τ العزم وتنطق تاو ، F المركبة العمودية للقوة على ذراع العزم ، r طول ذراع العزم، θ الزاوية بين اتجاه القوة وذراع العزم.



شكل 2.6: $\tau=FrSin\theta$



شكل 2.7: $\tau=FrCos\theta$



شكل 2.8: اشارة العزم

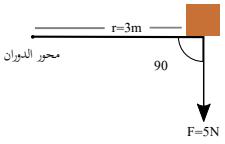
حيث وحدة العزم $N.m$، وحدة القوة نيوتن N، وحدة طول ذراع العزم المتر m ، وتكون إشارة القوة + إذا كانت ذراع العزم تتحرك عكس عقارب الساعة، وتكون - إذا كانت الذراع تتحرك مع عقارب الساعة.

مثال 2.1.14 السؤال

أثرنا بقوة مقدارها 5 نيوتن بشكل عمودي على عتلة طولها 3 امتار، فاحسب العزم إذا كان تأثير القوة باتجاه عقارب الساعة؟

الحل

تعيين المعطيات: $F=-5N$ ، $r=3m$



التطبيق:

$\because sin90=1$

$\therefore \tau=Fr$

$\tau=-5\times3=-15N.m$

النتيجة: العزم يساوي 15نيوتن والاشارة السالبة تدل على اتجاه العزم.

والامثلة على العزم كثيرة، من مفكات البراغي والصواميل، إلى رافعة السيارة، والزرادية ⊂، مروراً بفك الفم السفلي الذي يتحرك مسبحا الله واليد التي ترفع المصحف.

2.1.5 محصلة العزوم

عند وجود جسم متزن تؤثر عليه أكثر من قوة، نقوم بجمع العزوم جمع جبري مع مراعاة الإشارة (مع عقارب الساعة سالب، عكس عقارب الساعة موجب).

$$\sum \tau=\tau_1+\tau_2+....=0$$

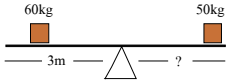
almanahj.com/ae

مثال 2.1.15 السؤال

1- يجلس عمرو (كتلته 50 كيلوجرام) وزيد (كتلته 60 كيلوجرام) على أرجوحة في وضع إتزان، فإذا كان بعد زيد عن نقطة الإرتكاز 3 أمتار، فما بعد عمرو عنها؟

الحل

تعيين المعطيات: $m_1=50Kg$ ، $m_2=60Kg$ ، $r_{زيد}=3m$ ،



$$\tau_1+\tau_2=0$$

$$F_{زيد}\times r_{زيد}-F_{عمرو}\times r_{عمرو}=0$$

$$60\times\cancel{9.8}\times 3=50\times\cancel{9.8}\times r_{عمرو}$$

$$180=50r_{عمرو}$$

$$r_{عمرو}=\frac{180}{50}=3.6m$$

التطبيق: سنعتبر أن عمرو يؤثر مع عقارب الساعة وزيد عكسها

النتيجة: بعد عمرو عن نقطة الأرتكاز يساوي 3.6متر.

2.2 الاتزان

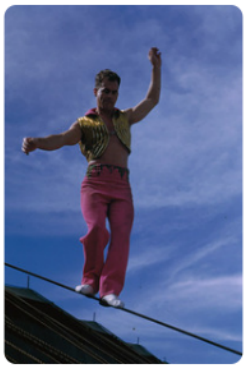
2.2.1 مركز الكتلة

يعرف مركز الكتلة بأنه نقطة على الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي يتحرك بها الجسيم االنقطي، ونستطيع القول أن مركز الكتلة قد يكون نقطة خارج الجسم مثل حدوة الفرس، والحلقة المعدنية لكن غالبا ما يكون مركز الثقل نقطة على الجسم. التوازن

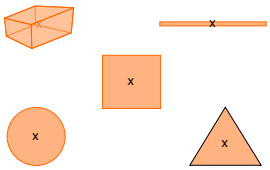
ونستطيع تحديد مركز الثقل بطريقتين:

- إذا كان الجسم منتظم الشكل فإن مركز ثقله هو مركزه الهندسي، مثل مركز ثقل المسطرة منتصفها، ومركز ثقل القرص الدائري وسطه، وهكذا بالنسبة لبقية الأشكال الهندسية المنتظمة.
- إذا كان الجسم غير منتظم، نقوم بتعليقه من أي نقطة فيه وبعد أن يستقر، نرسم خط عمودي على الارض ويخرج من نقطة التعليق، ثم نعيد تعليق الجسم من نقطة أخرى ونرسم خط جديد، فيكون مركز الثقل هو نقطة تقاطع الخطين.

إذا كان الجسم مرن وغير جامد وليس له شكل ثابت مثل جسم الإنسان فإن مركز ثقله يتغير بتغير شكله أثناء الحركة، لكن بالعموم مركز كتلة الإنسان يقع في الجزء العلوي من جسمه، ولهذا فإن الإنسان الذي يسقط من مكان مرتفع جدا ، يستدير جسمه تلقائيا بحيث يصبح الرأس للأسفل والأرجل للأعلى.



شكل 2.9: التوازن[6]



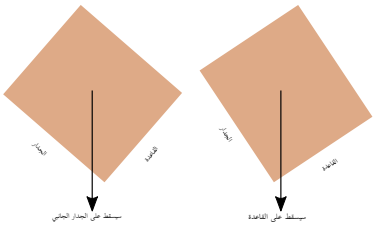
شكل 2.10: مركز الكتلة

شكل 2.11: حدوة الفرس

2.2.2 مركز الكتلة والثبات

حين نجعل مركز كتلة جسم ما على نقطة ارتكاز فإنه يستقر بغض النظر عن شكل هذا الجسم، ولكن قد نحتاج إلى فائدة أعمق قليلا، وهي دراسة استقرار الأجسام المتحركة سواء كانت الحركة حركة بسيطة موضعية مثل تحريك صندوق، أو حركة انتقالية مثل حركة السيارة.

مثلا لو كان لدينا صندوق وأملناه بحيث يرتكز على إحدى زواياه، فهل سيعود لوضعه السابق ويستقر أم يسقط على جانبه؟ ببساطه نسقط خط من مركز الكتلة وعمودي على الارض، فإن مر الخط بقاعدة الصندوق سيستقر الصندوق على قاعدته، وإن مر الخط بالضلع الجانبي للصندوق فسيسقط على جانبه.



شكل 2.12: مركز الكتلة

وينطبق هذا الأمر على السيارة، ولهذا تحرص شركات السيارات عموما على جعل مركز كتلة السيارة منخفض لكي يصعب إنقلابها، كما أن الإنسان الذي ينزل من الجبل يميل بجسمه للخلف أثناء نزوله لكي يجعل مركز ثقله ماراً بقدميه، فإن اخطأ ومال بجسمه للأمام سيمر مركز ثقله أبعد من قدميه وعندها سيبدأ بالتدحرج والسقوط.

2.2.3 شرطا الإتزان

يوجد شرطان للإتزان:

-أن يكون الجسم في حالة إتزان إنتقالي.

almanahj.com/ae

$\sum F=F_1+F_2+F_3+....=0$

-أن يكون الجسم في حالة إتزان دوراني.

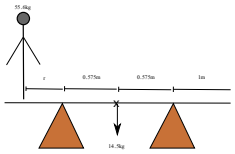
$\sum \tau=\tau_1+\tau_2+\tau_3+....=0$

مثال 2.2.16 السؤال

يقف رجل كتلته $55.6kg$ على لوح خشبي متزن وكتلته $14.5kg$ وطوله $3.15m$، ومحمول على قاعدتين تبعد كل منهما $1m$ عن طرفي اللوح، احسب بعد الرجل عن طرف اللوح ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m_{\text{الرجل}}=55.6Kg$ ، $m_{\text{اللوح}}=14.5Kg$ ، $r_{\text{مركز اللوح}}=0.575m$



التطبيق: نعتبر القاعدة القريبة من الرجل هي محور الدوران

$$\sum \tau=0=\tau_1+\tau_2+\tau_3+.....$$

$$14.5\times 0.575=55.6\times r$$

$$r=\frac{14.5\times 0.575}{55.6}=0.15m$$

النتيجة: الرجل يبعد 0.15 متر عن طرف اللوح.

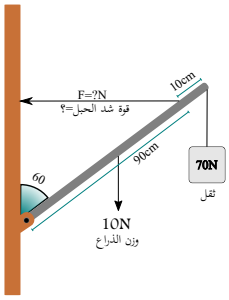
جدول 2.2: وحدات الحركة الدورانية

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	الازاحة الزاوية	θ	راديان	rad
2	السرعة الزاوية	ω	راديان/ثانية	rad/s
3	التسارع الزاوي	α	راديان/ثانية مربعة	rad/s^2
4	العزم	τ	نيوتن.متر	$N.m$
5	الكتلة	m	كيلوجرام	kg

almanahj.com/ae

2.3 التدريبات

شكل 2.13: أكره الباب



شكل 2.14: تدريبات 2-5

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- ساعة مكة هي أكبر ساعة برج في العالم، ويبلغ طول عقرب الدقائق 22 متر، أوجد السرعة الزاوية والسرعة الخطية للعقرب على محيط الساعة ؟

الحل

تعيين المعطيات: $r=22m$ ، $\Delta\theta=2\pi$ ، $t=1h=3600s$

التطبيق:

$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega=\frac{2\pi}{3600}=0.00174rad/s$$

السرعة الخطية:

$$v=r\omega$$

$$v=0.00174\times22$$

$$v=0.038m/s$$

2- يتعلق طفل صغير كتلته 20 كيلوجرام بكامل ثقله بأكره الباب لكي يستطيع فتحه احسب العزم الذي يؤثر به الطفل على طرف الأكره علما أن طول الأكره عشر سنتمترات؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=20Kg$ ، $r=10cm=0.1m$

التطبيق:

$$\tau=Fr$$

$$=-20\times9.8\times0.1=-19.6N.m$$

3- احسب الإزاحة الزاوية التي يتمها القمر حول الأرض خلال شهر قمري كامل؟

الحل

تعيين المعطيات: عدد الدورات = 30

التطبيق:

$$\theta=2\pi\times\text{عدد الدورات}$$

$$=2\pi\times30=188.49rad$$

4- إذا علمت أن نصف قطر مدار القمر حول الأرض يساوي 384×10^6m ، احسب المسافة الخطية المقطوعة ؟

الحل

تعيين المعطيات: $r=384\times10^6m$

التطبيق:

$$d=r\theta$$

$$=384\times10^6\times188.49$$

$$=72.382\times10^9m$$

5- احسب قوة الشد في الحبل الموضح بالشكل (تدريبات 2-14) ، إذا كان الذراع في حالة اتزان ؟

الحل

تعيين المعطيات: في الشكل 2-14

التطبيق:

$$\tau_1+\tau_2+\tau_3=0$$

$$F\times0.9\times sin30-10\times0.5\times sin60-70\times1\times sin60=0$$

$$F\times0.9\times sin30=4.33+60.62$$

$$F=\frac{64.96}{0.779}=83.38N$$

6- وحدة العزم هي:

1. N
2. N/m
3. N/m^2
4. ✓ $N.m$

7- الإزاحة الزاوية في كل دورة كاملة تساوي:

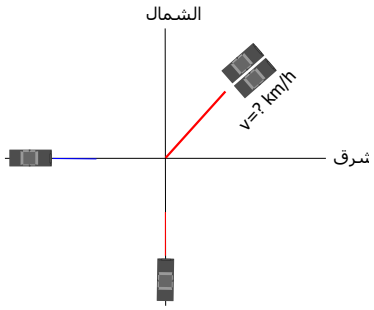
1. π
2. ✓ 2π
3. 3π
4. 4π

8- مركز كتلة المربع يوجد في:

1. نقطة تقاطع قطريه. ✓
2. الركن العلوي الأيمن.
3. الركن العلوي الأيسر.
4. منتصف قاعدته.

almanahj.com/ae

3 الزخم وحفظه



- الدفع
- الزخم
- التصادم في بعد وبعدين

مقدمة

almanahj.com/ae

3.1 الدفع والزخم

3.1.1 الدفع

الدفع هو حاصل ضرب القوة المؤثرة على الجسم في زمن تأثيرها.

$$J = F\Delta t = m\Delta v \quad (3.1)$$

حيث Δv التغير في سرعة الجسم، m كتلة الجسم، F القوة المؤثرة، t زمن التأثير، و J هو الدفع.

ويكتب بصيغة متقدمة على الشكل التالي: $J_x = \int_{t1}^{t2} F_x(t)dt$

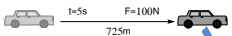
إن الدفع والزخم لهما نفس الوحدة $Kg.m/s = N.s$.

مثال 3.1.17 السؤال

1- أثرنا بقوة مقدارها 100 نيوتن على سيارة لمدة 5 ثوان، فتحركت لمسافة 725 متر أوجد الدفع المبذول؟

الحل

تعيين المعطيات: $F=100N$ ، $t=5s$



التطبيق:

$J=F\Delta t$

$=100\times5=500N.s$

النتيجة: الدفع المبذول 500 نيوتن.ثانية.

2- سيارة كتلتها 1000 كيلوجرام، وسرعتها 80كيلومتر/ساعة، احسب الدفع اللازم لكي تزيد سرعتها إلى 100 كيلومتر/ساعة؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=1000Kg$ ، $v_1=80km/h$، $v_2=100km/h$

التطبيق: تحويل السرعة من km/h إلى m/s

$v_1=\frac{80}{3.6}=22.22m/s$

$v_2=\frac{100}{3.6}=27.77m/s$

حساب الدفع

$J=m\Delta v$

$=m\times(v_2-v_1)$

$=1000\times(27.77-22.22)$

$=5550N.s$

النتيجة: الدفع اللازم لزيادة سرعة السيارة 5550 نيوتن.ثانية.

3.1.2 الزخم

الزخم هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

$$p = mv \quad (3.2)$$

حيث v السرعة الخطية، m الكتلة ، p الزخم.

مثال 3.1.18 السؤال

1- تتحرك قذيفة مدفع كتلتها 4 كيلوجرام بسرعة 30 متر/ثانية، أحسب زخم القذيفة؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=4kg$ ، $v=30m/s$

التطبيق:

$p=mv$

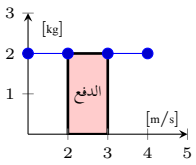
$=4\times30=120kg.m/s$

النتيجة: زخم القذيفة 120كجم.متر/ثانية (نيوتن.ثانية).

almanahj.com/ae

3.1.3 العلاقة بين الدفع والزخم

نظرية الدفع - الزخم هي نظرية تربط بين الدفع والزخم، وتنص على أن الدفع يساوي الفرق بين الزخم النهائي والزخم الابتدائي (التغير في الزخم ΔP).



شكل 3.1: الدفع - الزخم

$$F\Delta t = p_f - p_i \quad (3.3)$$

$$F\Delta t = mv_f - mv_i$$

حيث p_i الزخم الابتدائي، p_f الزخم النهائي .

مثال 3.1.19 السؤال

1- زادت سرعة جسم كتلته $9kg$ من $20m/s$ إلى $50m/s$ وذلك خلال زمن مقداره $7s$ ، أوجد القوة المؤثرة؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=9Kg$ ، $v_1=20m/s$ ، $v_2=$ ، $t=7s$ ، $50m/s$

التطبيق:

$$F\Delta t = p_f - p_i$$

$$F\times 7 = (9\times 50) - (9\times 20)$$

$$F\times 7 = 450 - 180$$

$$F\times 7 = 270$$

$$F = \frac{270}{7} = 38.57N$$

النتيجة: القوة المؤثرة على الجسم تساوي 38.57 نيوتن.

3.2 حفظ الزخم

ينص قانون حفظ الزخم على أن زخم أي نظام معزول لا يتغير. أي بعد حدوث التصادم بين جسمين فإن المجموع الجبري للزخم قبل التصادم يساوي المجموع الجبري للزخم بعد التصادم، أي أننا يجب أن نراعي نوع الإشارة (+,-) على حسب الإتجاه.

ومعنى نظام معزول:

1. الكتلة ثابته داخل النظام، فلا تفقد ولا تكتسب $\sum m = constant$.
2. محصلة القوى الخارجية المؤثرة على النظام تساوي صفر $\sum F_{\text{الخارجية}} = 0$.

$$p_{ai} + p_{bi} = p_{af} + p_{bf} \quad (3.4)$$

$$(mv)_{ai} + (mv)_{bi} = (mv)_{af} + (mv)_{bf} \quad (3.5)$$

حيث a الجسم الأول، b الجسم الثاني.

3.2.1 التصادم في بعد واحد

التصادم في بعد واحد يحدث عندما تكون الاجسام المتصادمة على خط عمل واحد بغض النظر عن كون الاجسام تتحرك بنفس الاتجاه أم باتجاهين متعاكسين، ولا يشترط أن تكون جميع الاجسام المشاركة في التصادم متحركة، فقد يكون بعضها ساكن قبل التصادم.

موجب (+)	سالب (-)
الشرق (اليمين)	الغرب (اليسار)
الشمال (الأعلى)	الجنوب (الأسفل)

جدول 3.1: إشارات الزخم

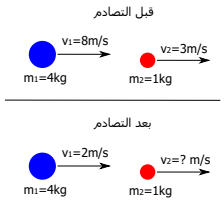
almanahj.com/ae

مثال 3.2.20 السؤال

1- إصطدمت كرة كتلتها $4kg$ ومتحركة بسرعة $8m/s$ بإتجاه الشرق بكرة أخرى كلتلها $1kg$ ومتحركة بسرعة $3m/s$ بإتجاه الشرق أيضا، إحسب سرعة الكرةالثانية بعد التصادم إذا علمت أن سرعة الكرة الأولى أصبحت سرعتها $2m/s$ بإتجاه الشرق ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m_a=4kg$ ، $v_{ai}=8m/s$ ، $m_b=1Kg$ ، $v_{bi}=3m/s$ ، $v_{af}=2m/s$



التطبيق:

$$p_{ai}+p_{bi}=p_{af}+p_{bf}$$

$$(mv)_{ai}+(mv)_{bi}=(mv)_{af}+(mv)_{bf}$$

$$(4\times8)+(1\times3)=(4\times2)+(1\times v_b)$$

$$32+3=8+v_b$$

$$v_b=35-8=27m/s$$

النتيجة: وحيث أن السرعة موجبة، إذا الكرة الثانية تتحرك بإتجاه الشرق بسرعة 27 متر/ثانية.

3.2.2 التصادم في بعدين

وهو تصادم يحدث نتيجة إصطدام جسمين أو أكثر ولا يتحركان على خط عمل واحد، أي توجد زاوية أكبر من صفر بين خطي عمل الجسمين قبل التصادم.

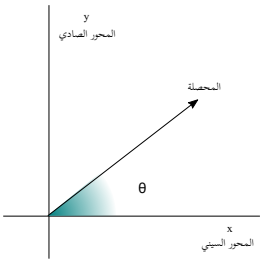
ولحساب محصلة الزخم لقوتين ليستا على خط عمل واحد، نتبع الخطوات التالية:

1- نحسب مركبة الزخم على المحور السيني (x): $pxi=(mv)a+(mv)b$

2- نحسب مركبة الزخم على المحور الصادي (y): $p_{yi}=(mv)_a+(mv)_b$

3- نحسب محصلة الزخم: $p_f=\sqrt{p_x^2+p_y^2}$

4- نحسب زاوية محصلة الزخم (عادة المحصورة بين المحصلة والمحور السيني إلا إذا طلب غير ذلك) بواحد من ثلاث طرق:



شكل 3.2: زاوية محصلة الزخم

بين المحصلة والمحور السيني	بين المحصلة والمحور الصادي
$\theta=tan^{-1}(\frac{p_y}{p_x})$	$\theta=tan^{-1}(\frac{p_x}{p_y})$
$\theta=cos^{-1}(\frac{p_x}{p_f})$	$\theta=cos^{-1}(\frac{p_y}{p_f})$
$\theta=sin^{-1}(\frac{p_y}{p_f})$	$\theta=sin^{-1}(\frac{p_x}{p_f})$

جدول 3.2: زاوية محصلة التصادم

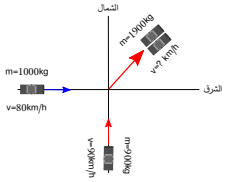
almanahj.com/ae

مثال 3.2.21 السؤال

1- سيارة كتلتها $1000kg$ وسرعتها $80km/h$ بإتجاه الشرق، إصطدمت بسيارة أخرى كتلتها $900kg$ وسرعتها $90km/h$ بإتجاه الشمال، فالتصقتا معا، وسارا لمسافة معينة، أوجد سرعتهما واتجاههما بعد التصادم؟

الحل

تعيين المعطيات: $m_a=1000Kg$ ، $v_a=80km/h$ ، $m_b=900Kg$ ، $v_b=90km/h$



التطبيق:

أولا نحسب محصلة الزخم في اتجاه المحور x (شرق-غرب):

$$p_{xi}=(mv)_a+(mv)_b$$

$$=(1000\times 22.22)+(900\times 0)$$

$$=22220kg.m/s$$

ثانيا نحسب محصلة الزخم في اتجاه المحور y (شمال-جنوب):

$$p_{yi}=(mv)_a+(mv)_b$$

$$=(1000\times 0)+(900\times 25)$$

$$=22500kg.m/s$$

ثالثا نحسب محصلة الزخمين:

$$p_f=\sqrt{p_x^2+p_y^2}$$

$$=\sqrt{(22220)^2+(22500)^2}$$

$$=31622.43kg.m/s$$

رابعا نحسب زاوية المحصلة:

$$\theta=tan^{-1}(\frac{py}{px})$$

$$\theta=tan^{-1}(\frac{22500}{22220})$$

$$=45.35^\circ$$

$\therefore$ محصلة الزخم في اتجاه x و y موجبة $\Leftarrow$ السياراتين في الربع الأول بعد التصادم.

خامسا نحسب سرعة الجسمين بعد التصادم:

$$p_f=v_f\times(m_a+m_b)$$

$$\therefore v_f=\frac{p_f}{(m_a+m_b)}$$

$$v_f=\frac{31622.43}{(1000+900)}$$

$$=16.64m/s$$

النتيجة: سرعة السيارتين بعد التصادم 16.64 م/ثانية.

	p_x	p_y
الربع الأول	+	+
الربع الثاني	-	+
الربع الثالث	-	-
الربع الرابع	+	-

جدول 3.3: إشارات الموقع بعد التصادم

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	الدفع	J	نيوتن.ثانية	$N.s$
2	الزخم	P	نيوتن.ثانية	$N.s$

جدول 3.4: وحدات الزخم وحفظه

almanahj.com/ae

3.3 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- شاحنة كتلتها 5 طن وتسير بسرعة مقدارها 60 كيلومتر/ساعة، خرجت عن مسارها واصطدمت بجدار، أحسب زخم الشاحنة لحظة الاصطدام؟

الحل

تعيين المعطيات: $v=60km/h$ ، $m=5000Kg$

التطبيق:

$$p=mv=5000\times(\frac{60}{3.6})$$

$$=83333.33Kg.m/s$$

2- وحدة الدفع هي:

1. N 3. J

2. ✓ $N.s$ 4. $J.s$

2. إن زخم أي نظام معزول لا يتغير:

1. ✓ صحيح 2. خطأ

3- رجل كتلته $75kg$ ينطلق من السكون بتسارع $1m/s^2$ المسافة 8 أمتار، ثم قفز وهو مندفع، على عربة صغيرة كتلتها $25kg$، احسب سرعتهما مع تجاهل الاحتكاك ؟

الحل

تعيين المعطيات: $a=1m/s^2$ ، $v_0=0$ ، $m_1=75Kg$ ، $x=8m$ ، $m_2=25Kg$

التطبيق:

السرعة $v_f^2=v_i^2+2ax$

$$v_f=\sqrt{0+2\times1\times8}=4m/s$$

الزخم قبل $P_i=m_1v_1+m_2v_2$

$$=75\times4+0=300N.s$$

الزخم بعد $P_f=P_i=m_1v_1'+m_2v_2'$

$$300=v_f(m_1+m_2)=100v_f$$

$$v_f=\frac{300}{100}=3m/s$$

4- اسرع ركلة كرة قدم مسجلة، قام بها روني هيبرسون في مباراة لشبونة ونافال عام 2006م، وكانت سرعتها $292.61km/h$، وكتلتها $440grams$ ، أحسب القوة التي أثرت بها قدم اللاعب على الكرة لمدة $0.007s$، ومقدار الزخم الكلي؟

الحل

تعيين المعطيات: $v_1=0$ ، $v_2=292.61km/h$ ، $m=$ ، $440g=0.44Kg$ ، $t=0.007s$

التطبيق:

القوة $Ft=m_2v_2'-m_1v_1'$

$$F\times0.007=(0.44\times81.28)-0$$

$$F=\frac{35.76}{0.007}=5109N$$

الزخم $p=mv$

$$=0.44\times81.28=35.76Kg.m/s$$

5- سيارة كتلتها $800kg$ وسرعتها $50km/h$ بإتجاه الشرق، إصطدمت بسيارة أخرى كتلتها $750kg$ وسرعتها $74km/h$ بإتجاه الشمال، فالتصقتا معا، وسارا لمسافة معينة، أوجد سرعتهما واتجاههما بعد التصادم؟

الحل

تعيين المعطيات: $v_a=55km/h$ ، $m_a=800Kg$ ، $v_b=74km/h$ ، $m_b=750Kg$

التطبيق:

محصلة الزخم في اتجاه المحور x :

$$p_{xi}=(800\times15.27)+(750\times0)$$

$$=12216kg.m/s$$

محصلة الزخم في اتجاه المحور y :

$$p_{yi}=(800\times0)+(750\times20.55)$$

$$=15412.5kg.m/s$$

محصلة الزخمين:

$$p_t=\sqrt{(12216)^2+(15412)^2}$$

$$=19666.22kg.m/s$$

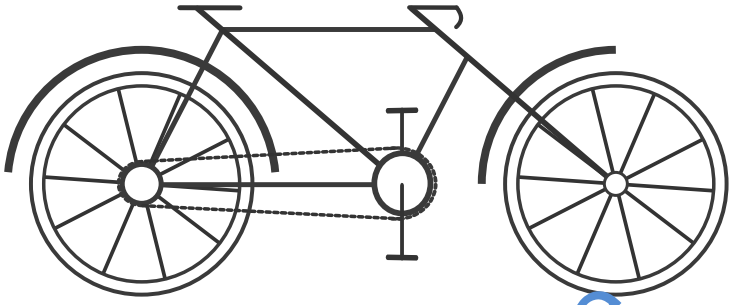
زاوية المحصلة:

$$\theta=tan^{-1}(\frac{15412}{12216})$$

$$=51.59^\circ$$

almanahj.com/ae

4 الشغل والطاقة



- الشغل والقدرة
- نظرية الشغل والطاقة
- الفائدة الميكانيكية

مقدمة

almanahj.com/ae

4.1 الشغل والقدرة

4.1.1 الشغل

الشغل هو حاصل ضرب القوة في الإزاحة التي تحدثها القوة. شغل الحقيبة

يجب ملاحظة أن القوة المؤثرة هي القوة في اتجاه الحركة، وعند وجود زاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة، فإننا نأخذ مركبة القوة التي في اتجاه القوة، اما القوة (أو مركبة القوة) العمودية على إتجاه الحركة فإنها تؤثر على اتجاه الحركة وليس على سرعتها.

$$W = Fd \qquad (4.1$$

حيث W الشغل جول J ، F القوة نيوتن N ، d الازاحة متر m.

مثال 4.1.22 السؤال

1- أثرنا بقوة مقدارها $10N$ على عربة صغيرة، فسببت لها ازاحة $5m$، احسب الشغل المبذول على العربة؟

الحل

تعيين المعطيات: $F=10N$ ، $d=5m$

التطبيق:

$$W=Fd$$

$$=10\times5=50J$$

النتيجة: الشغل المبذول على العربة 50 جول.

2- رجل يجر خلفه حقيبة سفر بعجلات بقوة مقدارها $20N$، عن طريق ذراع الحقيبة الذي يرتفع عن الأرض بزاوية 35 درجة، احسب الشغل الذي بذله الرجل لسحب الحقيبة لمسافة 8 امتار؟

الحل

تعيين المعطيات: لأن القوة تؤثر بزاوية 35 درجة مع اتجاه الحركة، فإننا يجب أن نأخذ مركبتها الافقية وليس القوة بالكامل.

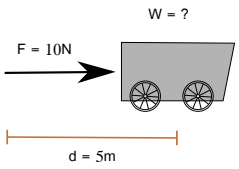
$$F=20N \text{ ، } \theta=35^\circ \text{ ، } d=8m$$

التطبيق:

$$W=Fd$$

$$=20\times cos35\times8=131.06J$$

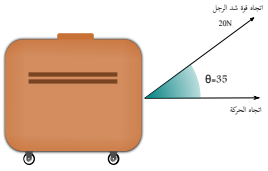
النتيجة: الشغل الذي يبذله الرجل 131.06 جول.



شكل 4.1: الشغل

4.1.2 الطاقة الحركية

الطاقة الحركية هي الطاقة الناتجة عن حركة الجسم.



شكل 4.2: شغل الحقيبة

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (4.2$$

حيث KE الطاقة الحركية جول J ، m الكتلة كيلوجرام kg ، v السرعة متر/ثانية m/s.

مثال 4.1.23 السؤال

جسم كتلته $3kg$ ويسير بسرعة مقدارها $6m/s$، احسب طاقته الحركية؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=3kg$ ، $v=6m/s$

التطبيق:

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

$$=\frac{1}{2}\times3\times6^2=54J$$

النتيجة: الطاقة الحركية للجسم 54 جول.

almanahj.com/ae

4.1.3 نظرية الشغل الطاقة

تنص نظرية الشغل الطاقة على أن الشغل يساوي التغير في الطاقة الحركية.

$$W = \Delta KE \quad (4.3$$

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

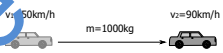
حيث KE الطاقة الحركية جول J ، m الكتلة كيلوجرام kg ، v السرعة متر/ثانية m/s.

مثال 4.1.24 السؤال

سيارة كتلتها $1000kg$ تسير بسرعة $50km/h$، احسب الشغل اللازم لزيادة سرعتها إلى $90km/h$؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=1000kg$ ، $v_i=50km/h=13.88m/s$ ، $v_f=90km/h=25m/s$



التطبيق:

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

$$W=\frac{1}{2}\times1000\times(25^2-13.88^2)$$

$$W=216172.8J$$

النتيجة: الشغل الذي يبذله محرك السيارة لزيادة سرعتها من 50 إلى 90 كم/ساعة يساوي 216 كيلو جول.

4.1.4 القدرة

القدرة هي الشغل المبذول مقسوما على زمن انجازه.

$$P = \frac{W}{t} \quad (4.4$$

$$P = Fv \quad (4.5$$

حيث W الشغل جول ، P القدرة وات ، t الزمن ثانية ، F القوة نيوتن ، v السرعة متر/ثانية.

مثال 4.1.25 السؤال

إحسب قدرة رجل بذل شغلا مقداره $50J$ لمدة 20 ثانية؟

الحل

تعيين المعطيات: $W=50J$، $t=20s$

التطبيق:

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

$$=\frac{50}{20}=2.5watt$$

النتيجة: القدرة تساوي 2.5 وات.

2- راكب دراجة هوائية يبذل قوة مقدارها $100N$ ليصل لسرعة $36km/h$، احسب قدرة هذا الرجل؟ لا تنس تحويل السرعة للنظام الدولي؟

الحل

تعيين المعطيات: $F=100N$ ، $v=36km/h=10m/s$

التطبيق:

$$P=Fv$$

$$=100\times10=1000watt$$

النتيجة: القدرة تساوي 1000 وات.

⋆ ومضة

للتحويل من كم/ساعة إلى م/ث نقسم على 3.6

almanahj.com/ae

4.2 الآلات

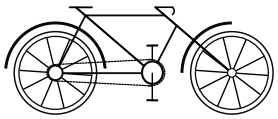
4.2.1 الفائدة الميكانيكية

الفائدة الميكانيكية هي نسبة قوة المقاومة إلى القوة المبذولة.

$$MA = \frac{F_r}{F_e} \quad (4.6)$$

حيث MA الفائدة الميكانيكية بدون وحدة، F_r قوة المقاومة وحدتها نيوتن N ، F_e القوة المبذولة على الجسم وحدتها نيوتن N .

4.2.2 الفائدة الميكانيكية المثالية



شكل 4.3: كفاءة الدراجة

الفائدة الميكانيكية المثالية هي الفائدة الميكانيكية القصوى للآلة، وسميت مثالية لأنها غير موجودة في الطبيعة، وكل ما يتمناه صانع الآلة، أن تكون الفائدة الميكانيكية لآلته قريبة من الفائدة الميكانيكية المثالية لها.

$$IMA = \frac{d_e}{d_r} \quad (4.7)$$

حيث IMA الفائدة الميكانيكية المثالية بدون وحدة، d_e إزاحة القوة المبذولة، d_r إزاحة القوة المقاومة.

4.2.3 الكفاءة

الكفاءة هي مقياس لأداء الآلة أو النسبة المئوية للشغل الناتج إلى الشغل المبذول.

$$e = \frac{W_o}{W_i} \times 100 \quad (4.8)$$

حيث e كفاءة الآلة ، W_i الشغل المبذول، W_o الشغل الناتج.

صيغ أخرى لقانون الكفاءة

$$e = \frac{MA}{IMA} \times 100$$

$$e = \frac{F_r d_r}{F_e d_e} \times 100$$

مثال 4.2.26 السؤال

أثرنا بقوة مقدارها $200N$ على رافعة، لرفع صندوق وزنه $1300N$ لمسافة $20cm$، احسب المسافة التي يجب علينا تحريك الرافعة إليها علما أن كفاءة الرافعة 90% ؟

الحل

تعيين المعطيات: $F_e = 200N$ ، $F_r = 1300N$ ، $d_r =$ $20cm = 0.2m$

التطبيق:

$$e = \frac{F_r d_r}{F_e d_e} \times 100$$

$$90 = \frac{1300 \times 0.2}{200 \times d_e} \times 100$$

$$d_e = \frac{1300 \times 0.2 \times 100}{90 \times 200}$$

$$d_e = 1.44m$$

النتيجة: يجب تحريك هذه الرافعة 1.44متر لكي نستطيع رفع الصندوق 0.2متر.

جدول 4.1: وحدات الشغل والطاقة

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	الشغل	W	جول	J
2	أنواع الطاقة	KE,PE	جول	J
3	القدرة	p	وات	watt
4	الفائدة الميكانيكية	MA	بدون	-
5	الفائدة الميكانيكية المثالية	IMA	بدون	-
6	الكفاءة	e	نسبة مئوية	%

almanahj.com/ae

4.3 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب الشغل اللازم بذله على سيارة كتلتها $1200kg$ لكي تزيد سرعتها من $60km/h$ إلى $80km/h$ مع تجاهل الاحتكاك ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=1200Kg$ ، $v_i=60km/h$ ، $v_f=80km/h$

التطبيق:

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

$$=0.5\times1200\times((\frac{80}{3.6})^2-(\frac{60}{3.6})^2)$$

$$=0.5\times1200\times((22.222)^2-(16.666)^2)$$

$$=129637.03J$$

2- يقوم قارب بجر متزلج بسرعة $20km/h$ بقوة جر $F=450N$ ، احسب القدرة المؤثرة على المتزلج؟

الحل

تعيين المعطيات: $v=20km/h$ ، $F=450N$

التطبيق:

$$P=Fv$$

$$=450\times\frac{20}{3.6}=2500Watt$$

3- تقوم سيارة بسحب أخرى متعطلة على طريق مستوي، فإذا كانت تبذل شغل مقدارة $2500J$ لمدة $10min$ ، احسب القدرة المؤثرة على السيارة؟

الحل

تعيين المعطيات: $W=2500J$ ، $t=10min=600s$

التطبيق:

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

$$=\frac{2500}{600}=4.16Watt$$

4- منظومة بكرات رفع (بلنقو) تحتاج لقوة مقدارها $10N$ لرفع جسم وزنه $75N$ ، احسب كفاءة الآلة له إذا كانت $IMA=9$؟

الحل

تعيين المعطيات: $F_r=75N$ ، $F_e=10N$ ، $IMA=9$

التطبيق: نحسب الفائدة الميكانيكية MA

$$MA=\frac{F_r}{F_e}$$

$$=\frac{75}{10}=7.5$$

ثم نحسب الكفاءة

$$e=\frac{MA}{IMA}\times100$$

$$=\frac{7.5}{9}\times100$$

$$=83.33\%$$

5- وحدة القدرة هي

1. ✓ $Watt$
2. J
3. N
4. ليس لها وحدة

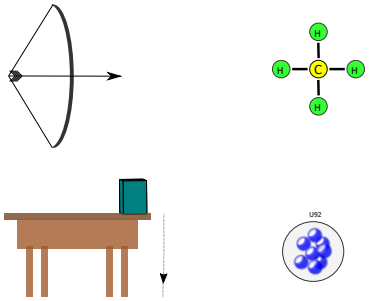
6- الفائدة الميكانيكية المثالية تكون ..... الفائدة الميكانيكية:

1. $\leq$
2. $\succ$
3. $\geq$
4. ✓ $\prec$

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

5 الطاقة وحفظها



- الطاقة واشكالها
- قانون حفظ الطاقة
- التصادمات

مقدمة

almanahj.com/ae

5.1 الطاقة وأشكال الطاقة

الطاقة هي مقدرة الجسم على إحداث تغير في نفسه أو الاشياء المحيطة به.

أشكال الطاقة للطاقة اشكال كثيرة مثل الطاقة الميكانيكية (الحركية + الكامنة)، الطاقة الحرارية، الطاقة النووية، الطاقة الشمسية، الطاقة الكيميائية .... الخ.

5.1.1 الطاقة الحركية

الطاقة الحركية هي الطاقة الناتجة عن حركة الجسم.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (5.1)$$

حيث KE الطاقة الحركية جول J ، m الكتلة كيلوجرام kg ، v السرعة متر/ثانية m/s.

مثال 5.1.27 السؤال

احسب الطاقة الحركية لسيارة كتلتها $1200kg$ وتسير بسرعة مقدارها $110km/h$ ؟

الحل

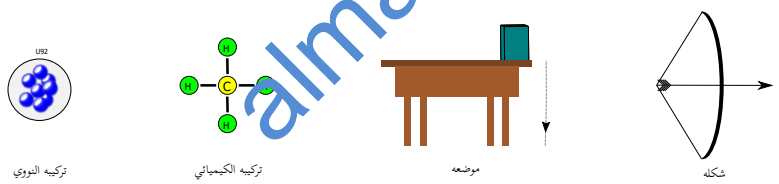
تعيين المعطيات: $m=1200Kg$ ، $v=110km/h$

التطبيق: $KE=\frac{1}{2}mv^2$

$=\frac{1}{2}\times1200\times30.55^2=559981.5J$

النتيجة: الطاقة الحركية للسيارة تساوي 559 كيلوجول.

5.1.2 الطاقة المخزنة



شكل 5.1: طاقة الوضع

هي الطاقة المخزنة في النظام نتيجة تغير في شكله أو موضعه أو تركيبه الكيميائي أو النووي.

5.1.2.1 طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية

هي الطاقة المخزنة في النظام والناشئة عن قوة الجذب بين الأرض والجسم.

$$PE = mgh \qquad (5.2)$$

حيث PE طاقة الوضع وحدتها جول J، m الكتلة وحدتها كيلوجرام kg ، g تسارع الجاذبية الارضية وحدته متر/ثانية مربعة m/s^2، hالارتفاع وحدته متر m .

almanahj.com/ae

مثال 5.1.28 السؤال

احسب طاقة الوضع الناشئة عن رفع جسم كتلته $4kg$ إلى ارتفاع $30m$ عن سطح الارض ؟

$PE=mgh$

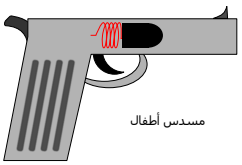
الحل

تعيين المعطيات: $h=30m$ ، $m=4Kg$

$=4\times9.8\times30=1176J$

التطبيق:

النتيجة: طاقة الوضع التي اكتسبها الجسم 1176 جول.



مسدس أطفال

شكل 5.2: طاقة الوضع المرونية

5.1.2.2 طاقة الوضع المرونية

هي الطاقة المخزنة في النظام نتيجة تغير في شكل الأجسام المرنة، مثل انضغاط النابض في مسدس الاطفال، وعصا الزانة في رياضة القفز بالزانة، ووتر القوس في رياضة الرماية بالسهام.

5.1.2.3 طاقة الوضع السكونية

هي الطاقة التي تساوي كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء، ونقيسها بقانون اينشتاين لحساب طاقة الوضع.

$$E_0 = mc^2 \quad (5.3$$

حيث E_0 طاقة الوضع السكونية وحدتها جول J، m الكتلة وحدتها كيلوجرام kg ، c سرعة الضوء وحدتها متر/ثانية m/s.

مثال 5.1.29 السؤال

احسب طاقة الوضع السكونية الناشئة عن تحويل $3kg$ من المادة إلى طاقة ؟

$E_0=mc^2$

الحل

تعيين المعطيات: $m=3Kg$ ، $c=3\times10^8m/s$

$=3\times(3\times10^8)^2=2.7\times10^{17}J$

التطبيق:

النتيجة: طاقة الوضع السكونية الناتجة عن عملية التحويل تساوي 2.7×10^{17} جول.

★ طرفة علمية

القريدس ذو المطرقة يصطاد فريسته بضرب كلابيه بعضهما مولداً فقاعة بقطر 2 سم من بخار الماء الساخن.

5.1.3 قانون حفظ الطاقة

ينص قانون حفظ الطاقة على أنه في نظام معزول، الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن تتحول من شكل إلى آخر، أي أن المجموع الكلي للطاقة ثابت لا يتغير.

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية ينص على أنه في نظام معزول، مجموع الطاقة الميكانيكة ثابت، إذا لم توجد اشكال أخرى من الطاقة.

أي أن مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع يبقى ثابت طالما كان النظام معزول، وكل زيادة في الطاقة الحركية يقابلها نقصان في طاقة الوضع، والعكس صحيح، فمثلا إذا كانت الطاقة الحركية $7N$ وطاقة الوضع $3N$في هذه اللحظة فإن الطاقة الميكانيكية لهما $10N$، وإذا تغيرت الطاقة الحركية إلى $6N$ فإن طاقة الوضع ستكون بالتأكيد $4N$ لأن مجموع الطاقة الميكانيكة في هذا النظام المعزول يجب أن تظل ثابته وتساوي $10N$.

وفي الحقيقة إن النظام المعزول هو نظام مثالي غير موجود في الطبيعة، فكل نظام يفقد أو يكتسب جزءاً ولو صغيراً من الطاقة، لكننا نعتبر تجاوزاً النظام معزول إذا كان يفقد أو يكتسب جزء صغير جدا من الطاقة، والنظام الوحيد المعزول هو الكون ككل[1].

[1] اعتبار الكون معزول قد يتعارض مع معتقدات الديانات السماوية إذا اعتبرنا أن السماء خارج الكون، فهم يؤمنون بأن الملائكة من نور أي طاقة، تنزل وتصعد إلى السماء.

almanahj.com/ae

$$E = PE + KE \quad (5.4$$

$$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f \quad (5.5$$

حيث E الطاقة الميكانيكية، PE طاقة الوضع، KEالطاقة الحركية، i الابتدائية، fالنهائية، ووحدتها جميعا الجول J .

مثال 5.1.30 السؤال

سقطت ثمرة جوز هند كتلتها $2kg$ من أعلى شجرة ارتفاعها $12m$، إحسب سرعتها لحظة اصطدامها بالارض ؟ (تجاهل الاحتكاك بالهواء)

الحل

تعيين المعطيات: الطاقة الحركية لحظة السقوط = 0 ، لأن السرعة = صفر

الطاقة الكامنة لحظة ملامسة الارض = 0، لأن الارتفاع = صفر

$h=12m$ ،$m=2kg$

التطبيق:

$KE_i+PE_i=KE_f+PE_f$

$0+\not{m}gh=\frac{1}{2}\not{m}v^2+0$

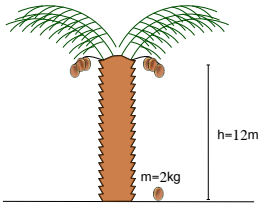
$9.8\times12=\frac{1}{2}\times v^2$

$9.8\times12\times2=v^2$

$v=\sqrt{9.8\times12\times2}=\sqrt{235.2}$

$v=15.33m/s$

النتيجة: سرعة جوزة الهند لحظة التصادم بالأرض تساوي 15.33متر/ثانية.



شكل 5.3: قانون حفظ الطاقة

5.1.3.1 التصادمات

يوجد ثلاثة انواع من التصادمات:

1. التصادم فوق المرن وهو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية للجسمين بعد التصادم أكبر من مجموع الطاقة الحركية للجسمين قبل التصادم $\sum KE_i<\sum KE_f$، مثل اصطدام قادح الزناد بالرصاصة.
2. التصادم المرن وهو التصادم الذي يكون مجموع الطاقة الحركية للجسمين بعد التصادم مساوي لمجموع الطاقة الحركية للجسمين قبل التصادم $\sum KE_i=\sum KE_f$، مثل اصطدام الكرات الزجاجية ببعضها.
3. التصادم تحت المرن وهو التصادم الذي يكون مجموع الطاقة الحركية للجسمين بعد التصادم أقل من مجموع الطاقة الحركية للجسمين قبل التصادم $\sum KE_i>\sum KE_f$، مثل تصادم كرات الصلصال ببعضها.

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	الطاقة الحركية	KE	جول	J
2	طاقة الوضع	PE	جول	J
3	طاقة الوضع السكونية	E_0	جول	J

جدول 5.1: وحدات الطاقة وحفظها

almanahj.com/ae

5.2 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- يرغب فتية الكشافة في نصب سارية العلم التي ارتفاعها $4m$ وكتلتها $10Kg$ ، احسب الشغل اللازم لذلك؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=10Kg$ ،$h=4m$

* مركز كتلة السارية منتصفها.

التطبيق:

$$W=mgh$$

$$=10\times9.8\times2$$

$$=196J$$

2- احسب الطاقة الحركية لحبة فشار (ذرة جافة) كتلتها $5grams$ قفزت من المقلاة بسرعة $12m/s$ ثم احسب أقصى ارتفاع تصل له ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=5grams=5\times10^{-3}Kg$ ،$v=12m/s$

التطبيق:

الطاقة الحركية $KE=\frac{1}{2}mv^2$

$$=\frac{1}{2}\times0.005\times5^2$$

$$=0.0625J$$

أقصى ارتفاع $PE=mgh$

$$0.0625=0.005\times9.8\times h$$

$$h=\frac{0.0625}{0.049}=1.27m$$

3- انزلق طفل كتلته $40Kg$ على لعبة ترحلق إرتفاع قمتها عن الأرض $2m$ ، فوصل الأرض بسرعة $5m/s$ أوجد طاقة الاحتكاك المؤثرة عليه ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=40Kg$ ،$h=2m$ ،$v=5m/s$

التطبيق: طاقة الوضع الكامنة $PE=mgh$

$$PE=40\times9.8\times2=784J$$

الطاقة الحركية $KE=\frac{1}{2}mv^2$

$$=\frac{1}{2}\times40\times5^2$$

$$=500J$$

طاقة الاحتكاك $E_{\text{الاحتكاك}}=PE-KE$

$$=784-500=284J$$

4- وحدة طاقة الوضع هي:

1. Kg
2. $Watt$
3. N
4. ✓ J

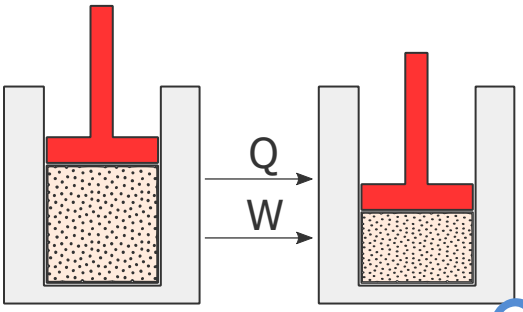
5- أي من مصادر الطاقة التالية من مصادر الطاقة المتجددة:

1. ✓ الشمس
2. ✓ الرياح
3. اليورانيوم
4. ✓ سدود الأنهار

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

6 الطاقة الحرارية



- درجة الحرارة وكمية الحرارة
- الاتزان الحراري
- الديناميكا الحرارية

مقدمة

almanahj.com/ae

6.1 درجة الحرارة وكمية الحرارة

6.1.1 درجة الحرارة

درجة الحرارة هي صفة في المادة تحدد اتجاه انتقال الحرارة من جسم إلى آخر في الوضع الطبيعي، ففي الطرق الصناعية مثل المبردات يتم انتقال الحرارة من الجزء البارد إلى الجزء الساخن.

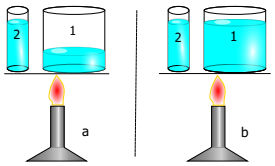
6.1.2 كمية الحرارة

كمية الحرارة أو الطاقة الحرارية هي متوسط الطاقة الحركية لجميع جزئيات المادة.

6.1.3 العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الحرارة

العلاقة بين كمية الحرارة ودرجة الحرارة تشبه العلاقة بين كمية الماء ومستوى الماء في اناء، كيف؟

- إذا كان لدينا وعائين غير متساويين في الحجم ووضعنا في الاول لتر من الماء، ووضعنا في الثاني لتر من الماء، فإن مستوى الماء في الاناء الكبير سيكون بالتأكيد أقل من مستوى الماء في الاناء الصغير رغم تساوي كمية الماء فيهما، أي أن تساوي كمية الماء في الوعائين لا يعني بالضرورة تساوي مستوى الماء فيهما.
- إذا ملأنا الوعائين السابقين بحيث يصبح مستوى الماء فيهما متساوي، فإننا سنلاحظ أن كمية الماء في الوعاء الكبير أكبر من كمية الماء في الوعاء الصغير رغم تساوي مستوى الماء فيهما، أي أن تساوي مستوى الماء في الوعائين لا يعني بالضرورة تساوي كمية الماء فيهما.



شكل 6.1: كمية الحرارة

وكذلك بالنسبة لكمية الحرارة ودرجة الحرارة، فحين نرغب بتسخين كميتي ماء مختلفتين في الحجم من 10 درجات مئوية إلى 50 درجة مئوية فإن الكمية الاكبر تحتاج إلى كمية حرارة أكبر رغم تساوي درجة حرارتهما، والعكس صحيح، أي أن تساوي درجة حرارة الجسمين لا يعني بالضرورة تساوي كمية حرارتهما، وتساوي كمية حرارة جسمين لا يعني الضرورة تساوي درجة حرارتهما.

6.1.4 الاتزان الحراري

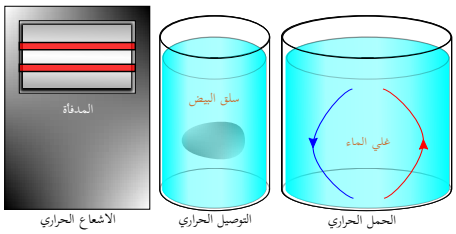
الاتزان الحراري هو الحالة التي يصبح عندها معدل التدفق الحراري بين الجسمين متساوي، ودرجة حرارتهما متساوي أيضا، فحين يضع الانسان يده على جسم ساخن فإنه يشعر بالحرارة لأن الطاقة الحرارية بدأت تنتقل من الجسم الساخن إلى يده، أما إذا وضع يده على جسم بارد فإن الحرارة تبدأ بالانتقال من يده إلى الجسم البارد فيشعر حينها بالقشعريرة.

almanahj.com/ae

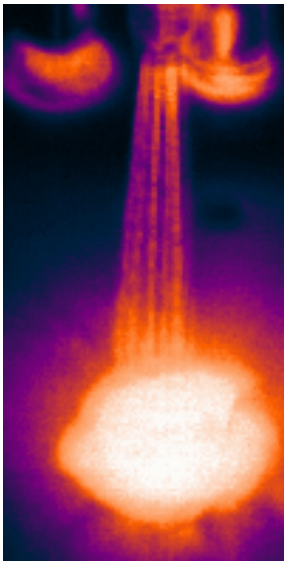
6.1.5 التدفق الحراري وطرقه

الطاقة الحرارية تنتقل من جسم إلى آخر بثلاث طرق هي:

- الحمل الحراري هو عملية انتقال الحرارة عن طريق حركة جزيئات المادة من مكان لآخر، مثل انتقال الماء الساخن من قعر الاناء إلى أعلاه، وانتقال التيارات الهوائية والمائية من خط الاستواء إلى القطبين.
- التوصيل الحراري هو عملية انتقال الحرارة عن طريق تصادم الجزئيات ببعضها عن طريق التلامس أو الخلط، مثل تسخين الملعقة بوضعها في الشاي الساخن، أو خلط ماء بارد وماء ساخن.
- الاشعاع الحراري هو عملية انتقال الحرارة عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية، مثل انتقال الحرارة من الشمس إلى الارض، أو الأشعة تحت الحمراء الصادرة عن الماء الساخن.



شكل 6.2: طرق التدفق الحراري


شكل 6.3: ماء ساخن

6.1.6 الحرارة النوعية والسعة الحرارية

الحرارة النوعية هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة كتلة من المادة لدرجة حرارة واحدة.

السعة الحرارية هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم لدرجة مئوية واحدة.

$$Q = mC(T_f - T_i) \quad (6.1$$

حيث Q كمية الحرارة، m الكتلة ، T_f درجة الحرارة النهائية، T_i درجة الحرارة الابتدائية.

مثال 6.1.31 السؤال

احسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 3 لتر من الماء من 10 سلزيوس إلى 60 سلزيوس؟

الحل

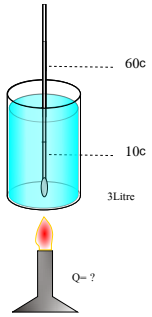
تعيين المعطيات: الحرارة النوعية للماء $4180J/kg.^{\circ}C$ ، $m=3L=3Kg$

التطبيق: $Q=mC(T_f-T_i)$

$=3\times4180\times(60-10)$

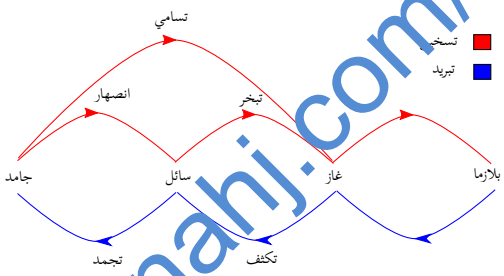
$=627kJ$

النتيجة: الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين هذا الماء 50° سلزيوس تبلغ 627 كيلوجول.



شكل 6.4: الحرارة النوعية والسعة الحرارية

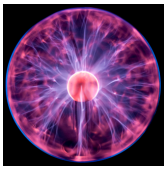
6.2 حالات المادة



شكل 6.5: حالات المادة

حالات المادة:

- الجامد: هو الحالة التي يكون للمادة فيها حجم ثابت وشكل ثابت، لأن قوة التماسك بين جزيئاته كبيرة، والمسافة بين ذراته صغيرة، مثل النحاس والصخر، والبلاستك.
- السائل: هو الحالة التي يكون للمادة حجم ثابت وشكل غير ثابت (تأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه)، لأن قوة التماسك والمسافة بين جزيئاته متوسطة، مثل الماء والزيت، والزئبق.
- الغاز: هو الحالة التي يكون يكون للمادة فيها حجم غير ثابت، وشكل غير ثابت (تأخذ حجم وشكل الإناء الذي توضع فيه)، لأن قوة التماسك بين ذراته أو جزيئاته ضعيفة أو معدومة، مثل الاكسجين والهيليوم، والاوزون.
- البلازما: هي الحالة التي تكون فيها ذرات أوجزيئات الغاز في حالة تأين نتيجة درجة الحرارة العالية جداً، مثل خط البرق، أيضا شرارة الولاعة (القداحة الكهربائية) في المطبخ، والشرارة التي تخرج عند خلع بعض أنواع الملابس، ولحام البلازما.



شكل 6.6: البلازما[6]

6.2.1 الطاقة الكامنة للإنصهار

هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لانصهار وحدة الكتل من مادة ما.

$$Q = mH_f \quad (6.2$$

حيث Q كمية الحرارة، m الكتلة ، H_f الحرارة الكامنة للانصهار.

almanahj.com/ae

مثال 6.2.32 السؤال

احسب كمية الحرارة اللازمة لانصهار 10 جرام من الثلج عند درجة صفر سلزيوس؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=10g$ ، $H_f=334J/g$

التطبيق: $Q=mH_f$

$=10\times334=3340J$

النتيجة: الطاقة الحرارية اللازمة لانصهار 10جرام من الثلج تبلغ 3340 جول.

6.2.2 الطاقة الكامنة للغليان

هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لغليان (لتبخر) وحدة الكتل من مادة ما.

$$Q = mH_v \qquad (6.3$$

حيث Q كمية الحرارة، m الكتلة ، H_f الحرارة الكامنة للتبخر.

مثال 6.2.33 السؤال

احسب كمية الحرارة اللازمة لتبخير 10 جرام من الماء؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=10g$ ، $H_v=2260J/g$

التطبيق: $Q=mH_f$

$=10\times2260=22600J$

النتيجة: الطاقة الحرارية اللازمة لتبخير 10جرام من الماء تبلغ 22600 جول.

almanahj.com/ae

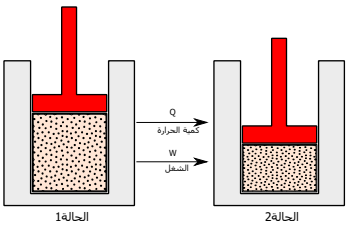
6.3 قوانين الديناميكا الحرارية

القانون الاول للديناميكا الحرارية

إن ارتفاع الطاقة الداخلية لنظام ثروديناميكي معين يساوي كمية الطاقة الحرارية المضافة للنظام، مطروح منه الشغل الميكانيكي المبذول من النظام إلى الوسط المحيط.

$$\Delta U = Q - W \qquad (6.4$$

حيث ΔU التغير في الطاقة الحرارية، Q كمية الحرارة المضافة ، W الشغل الذي يبذله الجسم.

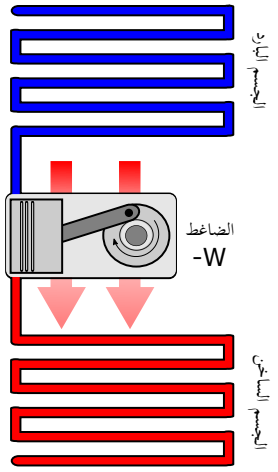


شكل 6.7: القانون الاول للديناميكا الحرارية[4]

6.3.1 القانون الثاني للديناميكا الحرارية

لا يمكن أن تنتقل كمية من الحرارة من جسم بارد إلى جسم ساخن إلا ببذل شغل من الخارج.

مثلا الحرارة تنتقل من داخل الثلاجة البارد إلى الهواء الخارجي الساخن ببذل شغل خارجي يقوم به ضاغط الثلاجة (الكومبرسور)، فالوضع الطبيعي في الحياة أن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد، لكن حين فعلنا العكس وجب علينا بذل شغل خارجي.



شكل 6.8: الثلاجة

الانتروبي تتزايد انتروبيا أي نظام معزول مع الوقت وتميل الانتروبيا لكي تصل إلى نهاية عظمى سواء في النظام المعزول أو في الكون.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \qquad (6.5$$

حيث ΔS التغير في الانتروبي، Q كمية الحرارة المضافة للجسم ، T درجة حرارة الجسم بالكالفن.

مثال 6.3.34 السؤال

احسب التغير في الانتروبي عند تكثف 1 كيلوجرام من بخار الماء عند درجة حرارة 100 مئوية وتحت ضغط جوي عند نفس الظروف، حيث الطاقة الكامنة للتبخر؟[2]

الحل

تعيين المعطيات: $Q=2.26\times10^6 J/kg$ ، $T=373.15$

التطبيق: $\Delta S=\frac{Q}{T}$

$=-\frac{2.26\times10^6}{373.15}$

$=-6.057\times10^3 JK^{-1}$

النتيجة: التغير في الانتروبي يساوي -6.057×10^3 جول/كلفن.

جدول 6.1: وحدات الطاقة الحرارية

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	درجة الحرارية	T	كالفن	K
2	كمية الحرارة	Q	جول	J
3	الحرارة النوعية	C	جول/كجم.سلزيوس	$J/kg.^oC$
4	طاقة الانضهار	H_f	جول/جم	J/g
5	طاقة الغليان	H_v	جول/جم	J/g
6	الانتروبي	ΔS	جول/كالفن	JK^{-1}

almanahj.com/ae

6.4 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 5 لتر من الماء من 10 سلزيوس إلى 60 سلزيوس، الحرارة النوعية للماء؟

الحل

تعيين المعطيات: $C=4180J/kg.^{\circ}C$ ، $m=5L=5Kg$

التطبيق:

$$Q=mC(T_f-T_i)$$

$$=5\times4180\times(60-10)$$

$$=1045kJ$$

2- كم الطاقة الحرارية اللازمة لاذابة قطعة زبدة لذيذة كتلتها $250g$ تلزم لاعداد وجبة كبدة؟

الحل

تعيين المعطيات: $H_f=60J/g$ ، $m=250g$

التطبيق:

$$Q=mH_f$$

$$=250\times60=15000J$$

3- عندما يسعى حاج كتلته $70Kg$ في الحج، فيقطع مسافة $2765m$ في سبعة أشواط، احسب الزيادة في درجة حرارة لتر من الماء حين يكتسب الطاقة التي يستهلكها الحاج في السعي؟

الحل

تعيين المعطيات: $m=70Kg$ ، $d=2765m$

التطبيق: الطاقة التي يستهلكها الحاج في السعي

$$E=\frac{m\times d}{1.6}=\frac{70\times2.765}{1.6}$$

$$=121Cal\times4.1868=506.6J$$

$$Q=mC\Delta T$$

$$506.6=1\times4180\times\Delta T$$

$$\Delta T=\frac{506.6}{4180}=0.12^{\circ}C$$

4- احسب الزيادة في درجة حرارة لتر من الماء حين يكتسب الطاقة التي يستهلكها الحاج في الطواف حيث متوسط طول أشواط الطواف السبعة 1830 متر ؟

5- إذا علمت أن الإنسان يحتاج لحرق 7000 كالوري لكي يفقد $1Kg$من كتلته، احسب التغير في درجة حرارة $1Kg$ من الماء، إذا اكتسب الماء الطاقة المبذولة لحرق $3Kg$ من جسم الانسان؟

الحل

تعيين المعطيات: $C=4180J/Kg.^{\circ}C$ ، $m=3Kg$

التطبيق: الطاقة بالجول $Q=3\times7000\times4.1868$

$$=87922.8J$$

التغير في درجة الحرارة $Q=mC\Delta T$

$$\Delta T=\frac{87922.8}{4180}=21^{\circ}C$$

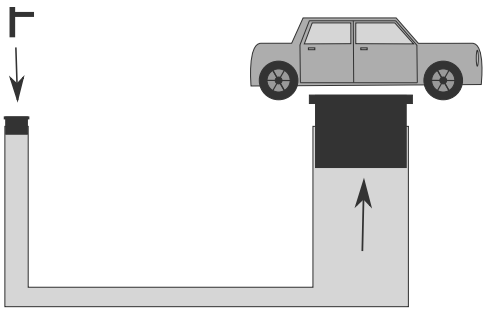
6- وحدة التغير في الانتروبي هي:

1. [illegible]
2. ✓ J/K
3. J/s^2
4. $m.s^s$

almanahj.com/ae

[1] السعة الحرارية 121 سعر تعادل 7.5 جرام سكر، حيث جرام السكر يحتوي 16 سعر حراري.

7 حالات المادة

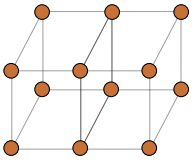


- القانون العام للغازات
- مبدأ ارخميدس
- التمدد الحراري

مقدمة

almanahj.com/ae

7.1 الموائع



شكل 7.1: انتظام الذرات

الموائع هي المواد التي لها خاصية الجريان أو الانتشار، فهي تشكل السوائل والغازات.

ضغط السائل هو وزن عمود السائل المؤثر على نقطة معينة.

$$P = hg\rho \quad (7.1)$$

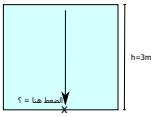
حيث P ضغط السائل، h ارتفاع السائل، g تسارع الجاذبية الارضية ، ρ كثافة السائل.

مثال 7.1.35 السؤال

أوجد ضغط الماء على نقطة في قاع مسبح عمقه $3m$ وكثافة الماء $1000kg/m^3$ ؟ (تجاهل الضغط الجوي)

الحل

تعيين المعطيات: $h=3m$ ، $\rho=1000kg/m^3$



التطبيق:

$$P=hg\rho$$

$$=3\times9.8\times1000$$

$$=29400Pa$$

النتيجة: ضغط الماء على قاع المسبح يساوي 29.4 كيلوباسكال.

طرفة علمية *

من السنة النبوية، التكبير عند صعود الجبال والتسبيح عند النزول منها، وهذا يفتح قناة ستاكيوس فيتعادل الضغط حول الطبلة، ولا نشعر بالالم في الاذن.

الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء الممتد من النقطة إلى نهاية الغلاف الجوي والمؤثر على وحدة المساحات.
ويعادل عند مستوى سطح البحر 1013 ملي بار أو $10kg/cm^2$ أو $100kN/m^2$، الباسكال Pa يساوي N/m^2، لكن هذه القيمة تتأثر ايضا بدرجة الحرارة والارتفاع عن مستوى سطح البحر، ويمكن حسابه بالقانون التالي.

$$P = P_0.(1-\frac{L.h}{T_0})^{\frac{g.M}{R.L}} \quad (7.2)$$

حيث P الضغط الجوي، P_0الضغط عند سطح البحر $101325Pa$ ، L معدل تغير درجة الحرارة مع الارتفاع $0.0065K/m$ ، h الارتفاع عن سطح البحر، T_0 درجة الحرارة عند سطح البحر $288.15K$ ، g تسارع الجاذبية الارضية $9.80665m/s^2$ ، M الكتلة المولارية للهواء الجاف $0.0289644kg/mol$ ، R ثابت الغازات العام أو ثابت بولتزمان $8.31447J/mol.K$.

مثال 7.1.36 السؤال

احسب الضغط الجوي عند ارتفاع 1000 متر عن سطح البحر، ثم احسب التغير في درجة الحرارة بفعل الارتفاع عن مستوى سطح البحر ؟

الحل

تعيين المعطيات: $h=1000m$

التطبيق:

$$P=P_0.(1-\frac{L.h}{T_0})^{\frac{g.M}{R.L}}$$

$$=101325\times(1-\frac{0.0065\times1000}{288.15})^{\frac{9.80665\times0.0289644}{8.31447\times0.0065}}$$

$$=90098.297Pa$$

$$\Delta L=1000\times0.0065$$

$$=6.5°K$$

النتيجة: التغير في درجة الحرارة يساوي 6.5 كالفن.

7.1.1 قوانين الغاز

7.1.1.1 قانون بويل

ينص قانون بويل على أنه عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم غاز معين يتناسب عكسيا مع ضغطه.
مثل تغير حجم الغاز في حقنة طبية مليئة بالغاز عند ضغطها.

almanahj.com/ae

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \text{ثابت} \quad (7.3$$

حيث P_1, P_2 الضغط الاول والثاني للغاز، V_1, V_2 الحجم الاول والثاني للغاز

مثال 7.1.37 السؤال

1- غاز حجمه $100cm^3$ وضغطه $101.3kPa$، أوجد ضغطه عندما نجعل حجمه $80cm^3$ مع ثبوت درجة الحرارة ؟

$P_1V_1=P_2V_2$

$101.3\times100=P_2\times80$

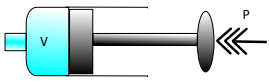
$P_2=\frac{101.3\times100}{80}=126.62kPa$

الحل

تعيين المعطيات: $P_1=101.3KPa$ ، $v_1=100cm^3$ ، $v_2=80cm^3$

التطبيق:

النتيجة: ضغط الغاز سيصبح 126 كيلوباسكال.



شكل 7.2: بويل

7.1.1.2 قانون شارل

ينص قانون شارلز على أنه عند ثبوت الضغط فإن حجم الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته بالكالفن، وتحديدا عند زيادة درجة حرارة الغاز درجة كالفن واحدة فإن حجمه يزداد بمعدل $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلي.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{ثابت} \quad (7.4$$

حيث T_1, T_2 درجة الحرارة الاولى والثانية للغاز، V_1, V_2 الحجم الاول والثاني للغاز

مثال 7.1.38 السؤال

غاز حجمه $25cm^3$ ودرجة حرارته $280K$، أوجد حجم الغاز عندما نجعل درجة حرارته $320K$ مع ثبوت الضغط ؟

$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$

$\frac{25}{280}=\frac{V_2}{320}$

$V_2=\frac{25\times320}{280}=28.57cm^3$

الحل

تعيين المعطيات: $V_1=25cm^3$ ، $T_1=280^\circ K$ ، $T_2=320^\circ K$

التطبيق:

النتيجة: حجم الغاز سيصبح 28.57 سنتمتر مكعب.

almanahj.com/ae

7.1.1.3 القانون العام للغازات

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \text{ثابت} \quad (7.5$$

حيث T_1, T_2 درجة الحرارة الاولى والثانية للغاز، V_1, V_2 الحجم الاول والثاني للغاز، P_1, P_2 الضغط الاول والثاني للغاز.

شكل 7.3: خطر الانفجار

مثال 7.1.39 السؤال

غاز هيليوم حجمه $50cm^3$ ودرجة حرارته $290K$ وضغطه $101.3kPa$، أوجد ضغطه عندما نجعل درجة حرارته $480K$ وحجمه $70cm^3$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $P_1=$ ، $T_1=290^{\circ}K$ ، $V_1=50cm^3$
$V_2=70cm^3$ ، $T_2=480^{\circ}K$ ، $101.3KPa$

التطبيق:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\frac{101.3\times50}{290}=\frac{P_2\times70}{340}$$

$$P_2=\frac{101.3\times50\times480}{290\times70}=119.76Pa$$

النتيجة: الضغط الناتج سيكون 119.76 باسكال.

7.1.1.4 قانون الغاز المثالي

$$PV = KNT \qquad (7.6$$

حيث K ثابت بولتزمان ويساوي $1.38\times10^{-23}Pa.m^3/k$، و$N$ عدد جزيئات الغاز.

$$PV = nRT \qquad (...$$

حيث n عدد المولات، وR ثابت بولتزمان $8.31Pa.m^3/mol.k$.
- من المولات إلى عدد جزيئات $KN=nR$
- من المولات إلى الكتلة $m=Mn$
حيث m الكتلة وM الكتلة المولية.

مثال 7.1.40 السؤال

1- من المثال السابق أوجد عدد مولات غاز الهيليوم
إذا علمت أن الكتلة المولية للهيليوم $4g/mol$ ، ثم أوجد كتلة الغاز وعدد جزيئاته؟

الحل

تعيين المعطيات: $M=4g/mol$

التطبيق: حساب عدد المولات

$$PV=nRT$$

$$n=\frac{PV}{RT}$$

$$=\frac{101.3\times50\times10^{-6}}{8.31\times290}$$

$$n=2.1\times10^{-6}mol$$

حساب كتلة الغاز

$$m=Mn$$

$$=4\times2.1\times10^{-6}$$

$$=8.4\times10^{-6}g$$

حساب عدد الجزيئات

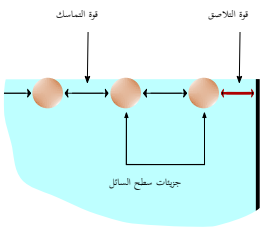
$$KN=nR$$

$$N=\frac{nR}{K}$$

$$=\frac{2.1\times10^{-6}\times8.31}{1.38\times10^{-23}}$$

$$==1.26\times10^{18}\text{جزيء}$$

النتيجة: عدد جزيئات غاز الهيليوم تساوي 1.26×10^{18} جزيء.



شكل 7.4: قوة التماسك والتلاصق

7.2 القوى داخل السوائل

يوجد قوتين تربط جزيئات السائل بما يحيط بها من جزيئات :

قوة التماسك هي قوة التجاذب بين جزيئات السائل.

almanahj.com/ae

قوة التلاصق هي قوة التجاذب بين جزيئات السائل والسطح الملامس لها.

عندما تكون قوى التماسك أكبر من قوة التلاصق نلاحظ أن سطح السائل يميل للتحدب وضعف التصاقه بالاسطح التي تلامسه مثل الزئبق وتسبب هذه القوة لزوجة السوائل، وعندما تكون قوى التلاصق أكبر فإن سطح السائل يميل للتقعر والالتصاق بالسطح الملامس له وتسبب هذه القوة ارتفاع السوائل في الانابيب الشعرية.

★ طرفة علمية

يقوم جنود البحرية بقذف جسم صلب إلى الماء قبل قفزهم من مكان مرتفع لإضعاف قوة التماسك بين جزيئات سطح الماء فتخف قوة اصطدامهم به.

7.3 الموائع الساكنة والمتحركة

7.3.1 الموائع الساكنة

7.3.1.1 مبدأ باسكال

ينص على أن أي تغير في الضغط المؤثر على مائع محصور يتوزع بالتساوي على جميع نقاط السائل، وبالتالي لا يتأثر الضغط المائع بشكل الاناء الذي يوضع فيه.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \qquad (7.8$$

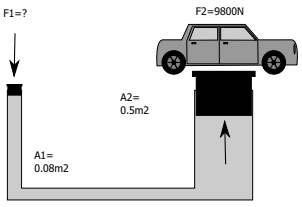
حيث F_1, F_2 القوة المؤثرة والقوة الناتجة، و A_1, A_2 مساحتي المقطع العرضي للمكبس الأول والثاني.

مثال 7.3.41 السؤال

1- احسب القوة المؤثرة اللازم التأثير بها على مكبس رافعة هيدروليكية مساحته $0.08m^2$ لرفع سيارة وزنها $9800N$ موضوعة على المكبس الآخر للرافعة الهيدروليكية مساحته $0.5m^2$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $A_1=0.08m^2$ ، $F_1=9800N$ ، $A_2=0.5m^2$



تطبيق:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

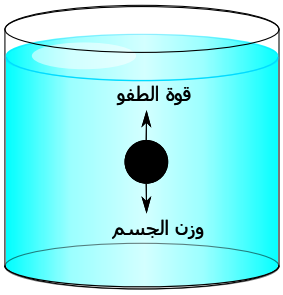
$$F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2}$$

$$= \frac{9800 \times 0.08}{0.5}$$

$$= 1568N$$

النتيجة: القوة المؤثرة على مكبس الرافعة الهيدروليكية يساوي 1568 نيوتن.

شكل 7.5: قوة التماسك والتلاصق



شكل 7.6: مبدأ أرخميدس

7.3.1.2 قوة الطفو

ينص مبدأ أرخميدس على أن الجسم المغمور في مائع تؤثر عليه قوة طفو رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح.

$$F = \rho v g \qquad (7.9$$

حيث F قوة الطفو، ρ كثافة السائل، v حجم السائل المزاح، g تسارع الجاذبية الارضية.

★ طرفة علمية

يمكن تذكر قصة ارخميدس مع الامبراطور، أو قصة الزبير بن العوام في حرب الحبشة.

وعند وضع الجسم في المائع (السائل والغاز) فإن له ثلاث حالات:

- عندما يكون وزن الجسم < قوة الطفو ⇐ينغمر الجسم.
- عندما يكون وزن الجسم > قوة الطفو ⇐يطفو الجسم.
- عندما يكون وزن الجسم = قوة الطفو ⇐يتعلق الجسم.

كيف نحسب قوة الطفو عمليا؟

بطريقتين:

- نقوم بوزن الجسم في الهواء، ثم نقوم بوزن الجسم داخل السائل (الوزن الظاهري)، وبطرح الوزنين نحصل على قوة الطفو : $F_{\text{الطفو}} = F_{\text{الوزن}} - F_{\text{الظاهري}}$.

almanahj.com/ae

- نقوم بوضع الجسم في إناء الإزاحة الممتلىء تماما بالماء، ثم نقوم بوزن السائل المزاح، فيكون هذا الوزن مساوي لقوة الطفو.

مثال 7.3.42 السؤال

1- اذا القي مكعب حجمه $2m^3$ من مادة كثافتها $2.3\times10^3 kg/m^3$ في حوض ماء، فهل سيطفو أم سينغمر في الماء؟

الحل

تعيين المعطيات: $V=2cm^3$ ، $\rho=2.3\times10^3 Kg/m^3$

التطبيق:

$F_{\text{وزن المكعب}}=\rho_{\text{كثافة المكعب}}vg$

$=2.3\times10^3\times2\times9.8=45080N$

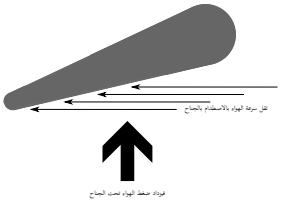
$F_{\text{قوة الطفو}}=\rho_{\text{كثافة الماء}}vg$

$=1\times10^3\times2\times9.8=19600N$

النتيجة: بما أن قوة الطفو $19600N$ أصغر من وزن المكعب $45080N$ ⇐ المكعب سينغمر.

7.3.2 الموائع المتحركة

7.3.2.1 مبدأ برنولي



شكل 7.7: مبدأ برنولي

ينص مبدأ برنولي على أن ضغط المائع يقل كلما زادت سرعته، أو أن ضغط المائع بين جسمين يقل بزيادة سرعته أو سرعتهما، فحين تمر سفينتين بجانب بعضهما ينخفض ضغط الماء بينهما ويصبح أقل من ضغطه في الجهة الأخرى، فتندفع السفينتين إلى الداخل وتصطدم ببعضهما، لذا يجب ترك مسافة مناسبه بينهما، وينطبق هذا الأمر على الطائرات حيث يجب ترك مسافة بينها وإلا تجاذبت بفعل انخفاض الضغط بينها.

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\rho g h_1=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\rho g h_2 \qquad (7.10$$

حيث P ضغط السائل، و ρ كثافة السائل، و v سرعة السائل، و h الارتفاع عن سطح الأرض.

مثال 7.3.43 السؤال

1- أثرنا بقوة مقدارها $2N$ على مكبس حقنة طبية، مساحة مقطعه $2.5\times10^{-5}m^2$ وكان السائل يخرج من الطرف الآخر إلى الهواء الذي ضغطه $1atm$، والحقنة موضوعه بشكل أفقي، وكثافة الماء $1\times10^3 kg/m^3$ واعتبر أن سرعة المكبس الأول تقارب الصفر، احسب سرعة خروج السائل؟[12]

الحل

تعيين المعطيات: $A_1=2.5\times10^{-5}m^2$ ، $F=2N$

التطبيق:

$\because h_1=h_2$

$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2+\cancel{\rho g h_1}=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+\cancel{\rho g h_2}$

$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2$

$v_2=\sqrt{v_1^2+\frac{2(P_1-P_2)}{\rho}}$

ونتجاهل الضغط الجوي لأنه يؤثر من الجهتين

$P_1-P_2=(\frac{F}{A_1}+P_{atm})-(P_{atm})$

$=\frac{F}{A_1}$

$=\frac{2}{2.5\times10^{-5}}=8\times10^4 Pa$

$v_2=\sqrt{0+\frac{2\times8\times10^4}{1\times10^3}}=12.6m/s$

النتيجة: سرعة خروج السائل من الحقنة الطبية 12.6متر/ثانية.

ويستفاد من هذه الظاهرة التي يوضحها مبدأ برنولي، في صنع بعض بخاخات العطورات وكذلك في عملية رش الأصباغ الملونة في تلوين المنازل، كما تستخدم في مضخة الفولترين الكهربائية الخاصة بمرضى الربو شفاهم الله، حيث يمر بخار الماء بسرعه فوق عبوة الفولتارين حاملا الفولتارين إلى الرئتين.

almanahj.com/ae

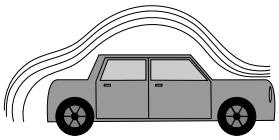
7.3.2.2 خطوط الانسياب ونقطة الانفصال

حين نمرر الهواء لإختبار انسيابية جسم ما مثل الطائرة أو السيارة فإن هذه الخطوط إما أن تكون متوازية وفي هذه الحالة نقول أن التدفق منتظم، أو تكون خطوط على شكل دوامات وفي هذه الحالة نقول أن التدفق مضطرب.

في حالة التدفق المنتظم فإن خطوط الإنسياب تتقارب من بعضها كلما زادت سرعة المائع وقل ضغطه، والعكس صحيح حيث أن تباعد خطوط الانسياب عن بعضها دليل على انخفاض سرعة المائع وزيادة ضغطه.

أما نقطة الانفصال فهي النقطة التي ينعكس فيها اتجاه الضغط، فعند إختراق مقدمة السيارة للهواء فإنها تشتت أو تبعد جزيئات الهواء بعيدا عن جسم السيارة بإتجاه الأعلى، لكن هذا الهواء لا يلبث أن يعود ضاغطا على سطح السيارة، وتسمى النقطة التي يعود عندها ضغط الهواء على سطح السيارة بنقطة الانفصال، وتحدد بأنها النقطة التي يبدأ عندها إنحدار الجسم إلى الأسفل، مثلا هي في السيارة عند نهاية سقف السيارة وبداية انحدار زجاجها الخلفي، وللتخلص من هذا الضغط يعمد صانعو السيارات الحديثة إلى تقصير طول الجزء الواقع بعد نقطة الانفصال.

كما يقوم صانعو كرة القدم بصنعها من قطع مضلعه تشتت الهواء مما يمنع أو يقلل من زيادة الضغط على الجزء الواقع بعد نقطة الانفصال، وفي الطائرات المدنية يعمد صانعوها إلى جعل مقدمتها محدبة وليست مدببة، لتشتيت الهواء لمسافة تدفع نقطة الانفصال من منتصف الطائرة إلى ذيلها، وهو ما يحميها من التآكل والتدمير عند السرعات العالية ويوفر من الوقود.



شكل 7.8: خطوط الانسياب

7.4 المواد الصلبة

7.4.1 التمدد الحراري للمواد الصلبة

التمدد هو عملية زيادة في حجم المادة نتيجة التغير في درجة حرارتها[1]، ويمكن أن تتمدد المواد الجامدة سواء أكانت هذه المواد لها بعد واحد مثل الاسلاك، أو لها بعدين مثل الصفائح المعدنية، أو لها ثلاثة ابعاد مثل مكعبات الحديد.

شكل 7.9: تمدد المواد الصلبة

almanahj.com/ae

7.4.2 معامل التمدد الطولي (α)

معامل التمدد الطولي يساوي التغير في الطول مقسوما على الطول الأصلي والتغير في درجة الحرارة.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \qquad (7.11$$

[1] بعض المواد تتمدد بالتبريد مثل الجليد والبزموث والانتيمون

مثال 7.4.44 السؤال

قطعة من الألمنيوم طولها 3.66 متر عند درجة حرارة $-28°C$ كم يزداد طول القطعة عندما تصبح درجة حرارتها $39°C$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $L_1=3.66m$ ، $T_1=-28°C$ ، $T_2=39°C$

التطبيق:

$$\alpha=\frac{\Delta L}{L_1\Delta T}$$

$$25\times10^{-6}=\frac{\Delta L}{3.66\times(39-(-28))}$$

$$\Delta L=25\times10^{-6}\times3.66\times67$$

$$=0.006m$$

النتيجة: الزيادة في طول القطعة 0.006 متر.

ومضة ⋆

لحل المسألة:
- حدد المعطيات.
- اكتب الرموز فوق المعطيات.
- حدد المعادلة المناسبة.
- عوض بهدوء ولا تتعجل.

7.4.3 معامل التمدد الحجمي (β)

معامل التمدد الحجمي يساوي التغير في الحجم مقسوما على الحجم الأصلي والتغير في درجة الحرارة.

$$\beta=\frac{\Delta V}{V_1\Delta T} \qquad (7.12$$

وحدة التمدد الطولي والحجمي $\frac{1}{C}$ أو C^{-1} .

أمثلة على التمدد الطولي والحجمي

- توضع مادة السيلكون الطري بين رخام المطاف في الحرم لكي لا يتفتت عند تمدده.
- تمدد الجسور ولهذا تترك فواصل على شكل فجوات صغيرة.
- ترك فراغات بين قضبان السكك الحديدية لكي لا تتقوس بالحرارة.
- زجاج الأفران والمختبرات الذي يتمدد بأقل ما يمكن.
- الثيرموستات الذي ينظم عمل البرادات والسخانات.

شكل 7.10: ثيرموستات[1]

مثال 7.4.45 السؤال

سائل حجمه $400ml$ ودرجة حرارتها $4.4°C$، كم يزداد حجمه عندما تصبح درجة حرارته $30°C$ ، حيث معامل تمدده الحجمي $\beta=210\times10^{-6}C^{-1}$؟

الحل

تعيين المعطيات: $V_1=400ml$ ، $T_1=4.4°C$ ، $T_2=30°C$

التطبيق:

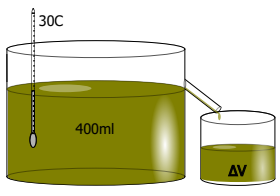
$$\beta=\frac{\Delta V}{V_1\Delta T}$$

$$210\times10^{-6}=\frac{\Delta V}{400\times(30-4.4)}$$

$$\Delta V=210\times10^{-6}\times400\times25.6$$

$$=2.15ml$$

النتيجة: التغير في الحجم يساوي 2.15 ملي لتر.



شكل 7.11: التمدد الحجمي

جدول 7.1: وحدات حالات المادة

	الكمية الفيزيائية	رمزها	الوحدة	رمزها
1	الضغط	P	نيوتن/مترمربع	N/m^2
2	-	-	باسكال	Pa
3	معامل التمدد الطولي	α	بدون	$none$
4	معامل التمدد الحجمي	β	بدون	$none$
5	قوة الطفو	F	نيوتن	N

almanahj.com/ae

7.5 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- غاز حجمه $40cm^3$ ودرجة حرارته $280K$، أوجد حجم الغاز عندما نجعل درجة حرارته $350K$ مع ثبوت الضغط ؟

الحل

تعيين المعطيات: $V=40cm^3$ ، $T_1=280°K$ ، $T_2=350°K$

التطبيق:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{40}{280}=\frac{V_2}{350}$$

$$V_2=\frac{40\times350}{280}=50cm^3$$

2- عند إنشاء الأبنية المسلحة يراعى أن يكون تمدد قضبان الحديد مساوي لتمدد خليط الخرسانة، وبذلك لا تفتت أعمدة المبنى بفعل تغير درجة الحرارة في الشتاء والنهار، والصيف والشتاء، احسب تمدد قضيب حديد طوله $4m$ عند تغير درجة حرارته من $20°C$ إلى $40°C$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $L_1=4m$ ، $T_1=20°C$ ، $T_2=40°C$

التطبيق:

$$\alpha=\frac{\Delta L}{L_1\Delta T}$$

$$1.1\times10^{-5}=\frac{\Delta L}{4\times(40-20)}$$

$$\Delta L=1.1\times10^{-5}\times4\times20$$

3- إناء زجاجي حجمه 3 لتر، ممتلىء تماما بالجلسرين، احسب كمية الجلسرين المنسكب من الاناء نتيجة زيادة درجة حرارته 50 درجة مئوية ؟

الحل

تعيين المعطيات: $V_1=3L$ ، $\Delta T=20°C$ ، $\beta_{جلسرين}=53\times10^{-5}°C^{-1}$ ، $\beta_{زجاج}=83\times10^{-7}°C^{-1}$

التطبيق:

$$\beta=\frac{\Delta V}{V_1\Delta T}$$

$$\Delta V_{جلسرين}-\Delta V_{زجاج}=(\beta_{ج}-\beta_{ز})V\Delta T$$

$$=(53\times10^{-5}-83\times10^{-7})\times3\times50$$

$$=0.078L$$

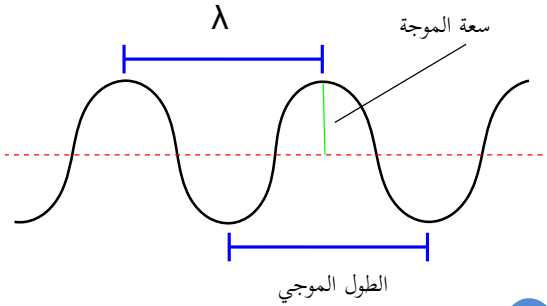
4- وحدة ضغط الغاز هي:

1. m^3/K
2. C^{-1}
3. N
4. ✓ Pa

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

8 الاهتزازات والموجات



- الحركة الموجية
- قانون هوك
- الموجات

مقدمة

almanahj.com/ae

8.1 الحركة الاهتزازية

الحركة الاهتزازية هي حركة تتكرر في دورة منتظمة.
الحركة التوافقية البسيطة هي حركة تتناسب فيها إزاحة الجسم طرديا مع القوة التي تعيد الجسم لموضع إتزانه.

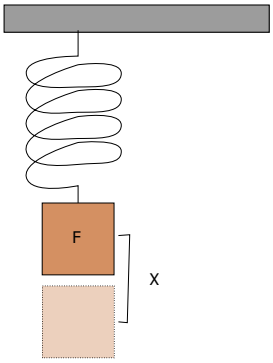
8.1.1 النابض

8.1.1.1 قانون هوك

أنّ مقدار التّغير في طول النّابض- الزّنبرك- يتناسب تناسباً طرديًّا مع مقدار القوّة المؤثرة على النّابض.

$$F = -kx \quad (8.1)$$

حيث F القوة التي يؤثر بها النابض، k ثابت النابض، x الإستطالة أو الانضغاط في النابض.



شكل 8.1: قانون هوك

مثال 8.1.46 السؤال

علقنا ثقل مقداره $2450N$ في طرف نابض فأستطال $0.5m$، احسب ثابت النابض؟

الحل

تعيين المعطيات: $F=2450N$ ، $x=0.5m$

التطبيق:

$$k=\frac{F}{x}$$

$$=\frac{2450}{0.5}=4900N/m$$

النتيجة: ثابت النابض تساوي 4900 نيوتن/متر.

8.1.1.2 طاقة الوضع المرونية للنابض

$$PE_{\text{النابض}}=\frac{1}{2}kx^2 \quad (8.2)$$

حيث PE طاقة الوضع المرونية للنابض، k ثابت النابض، x الإستطالة أو الانضغاط في النابض.
والطاقة الميكانيكية الكلية = الطاقة الحركية + طاقة الوضع المرونية

$$E=\frac{1}{2}ka^2=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2 \quad (8.3)$$

وعند أدنى وأعلى نقطة الطاقة الحركية $KE=\frac{1}{2}mv^2=0$
حيث KE الطاقة الحركية، a السعة القصوى لحركة النابض.

مثال 8.1.47 السؤال

تم تعليق ثقل في نابض معامله $10N/m$ فكانت أقصى استطاله له $32cm$، أوجد طاقة الوضع فيه عند $32cm$ ثم احسب طاقة الوضع وطاقة الحركة عند $12cm$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $K=10N/m$ ، $x=32cm$

التطبيق: - حساب طاقة الوضع عند $32cm$:

$$PE=\frac{1}{2}kx^2$$

$$=\frac{1}{2}\times10\times0.32^2=0.51J$$

- حساب طاقة الوضع عند $12cm$:

$$PE=\frac{1}{2}kx^2$$

$$=\frac{1}{2}\times10\times0.12^2=0.072J$$

حساب طاقة الحركة عند $12cm$:

$$KE_{\text{طاقة الحركة}}=PE_{32cm}-PE_{12cm}$$

$$=0.51-0.072=44J$$

النتيجة: الطاقة الحركية للجسم عند $12cm$تساوي 44 جول.

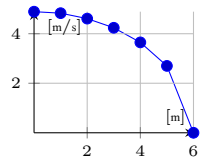
almanahj.com/ae

8.1.1.3 سرعة النابض عند نقطة معينة

$$v = \pm\sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{a^2 - x^2} \quad (8.4)$$

حيث v سرعة النابض، k ثابت النابض، m كتلة النابض، a السعة القصوى لحركة النابض، x الازاحة أو الاستطالة عند النقطة الحالية.
ولحساب السرعة القصوى للنابض

$$v_{\text{القصوى}} = \pm\sqrt{\frac{k}{m}} \times a$$



شكل 8.2: السرعة - السعة

مثال 8.1.48 السؤال

من المثال السابق احسب سرعة النابض عند $32cm$ و $12cm$ علما أن كتلة الثقل المعلق في النابض $5kg$ ؟

$v = \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{a^2 - x^2}$

الحل

تعيين المعطيات: $m = 5Kg$

التطبيق: - حساب السرعة عند $0.32m$:

$v_{\text{القصوى}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \times a$

$= \sqrt{\frac{10}{5}} \times 0.32 = 0.45m/s$

- حساب السرعة عند $0.12m$:

$v = \sqrt{\frac{k}{m}} \times \sqrt{a^2 - x^2}$

$= \sqrt{\frac{10}{5}} \times \sqrt{0.32^2 - 0.12^2}$

$= 0.42m/s$

النتيجة: سرعة النابض عندهما $0.45m/s$ و $0.42m/s$ على التوالي.

8.1.2 البندول

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (8.5)$$

حيث T الزمن الدوري، l طول البندول، g تسارع الجاذبية الأرضية.

مثال 8.1.49 السؤال

احسب الزمن الدوري لبندول طوله $0.61m$ ؟

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

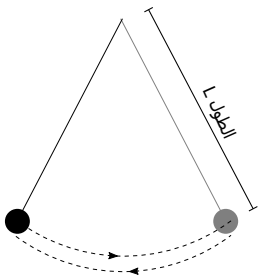
الحل

تعيين المعطيات: $L = 0.61m$

التطبيق:

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.61}{9.8}} = 1.57s$

النتيجة: الزمن الدوري للبندول يساوي 1.57 ثانية.



شكل 8.3: البندول

8.2 أنواع الموجات

8.2.1 الموجات الميكانيكية

الموجات الميكانيكة هي موجات تحتاج لوسط مادي لانتقالها.
الموجات الطولية هي موجات تهتز فيها جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجات.
الموجات المستعرضة هي موجات تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه عمودي لاتجاه انتشار الموجات.
الموجات السطحية هي موجات سطح الماء التي تهتز فيها جزيئات الوسط في الاتجاه الرأسي والافقي معا، فموجة البحر تتحرك للاعلى والاسفل وفي نفس الوقت تتحرك باتجاه الشاطيء وترتد عنه.

شكل 8.4: الموجات السطحية[6]

8.2.2 الموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات لا تحتاج لوسط مادي لانتقالها.

almanahj.com/ae

8.3 خصائص الموجات

الطول الموجي هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين أو أي نقطتين متتاليتين تتحركان بكيفية واحدة.

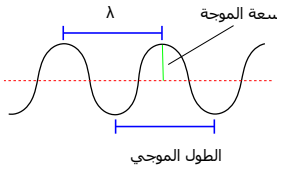
التردد هو عدد الاهتزازات التي يتمها الجسم في الثانية والواحدة.

الطور هو الفرق الزاوي بين أي موجتين تتحركان على محور واحد.

الزمن الدوري هو الزمن اللازم لإتمام إهتزازة كاملة.

سعة الإهتزازة هي أقصى ازاحة تتحركها الموجة عن موضع سكونها.

سرعة الموجة هي المسافة التي تقطعها الموجة خلال وحدة الزمن.



شكل 8.5: الطول الموجي

$$Tf = 1 \quad (8.6)$$

حيث T الزمن الدوري، f التردد.

$$v = \lambda f \quad (8.7)$$

حيث λ الطول الموجي، f التردد، v سرعة الموجة.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (8.8)$$

حيث v سرعة الموجة في وتر، T الزمن الدوري، μ كتلة وحدة الاطوال من الوتر (الكثافة الطولية).

مثال 8.3.50 السؤال

احسب سرعة الموجة في وتر كتلة وحدة الاطوال له $\mu=0.015kg/m$ والزمن الدوري للموجة $t=3s$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $t=3s$ ، $\mu=0.015Kg/m$

التطبيق: $v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$=\sqrt{\frac{3}{0.015}}$

$=\sqrt{200}=14.14m/s$

النتيجة: سرعة الموجة تساوي 14.14متر/ ثانية .

almanahj.com/ae

8.4 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- أثرت قوة مقدارها $12N$ على سلك زنبركي فأحدث به إستطالة مقداره $15cm$، فما هي القوة اللازمة لإحداث إستطالة مقدارها $75cm$ على السلك ؟ [7]

الحل

تعيين المعطيات: $F_1=12N$ ، $x_1=15cm$ ، $x_2=75cm$

التطبيق:

$\frac{F_1}{x_1}=\frac{F_2}{x_2}$

$\frac{12}{15}=\frac{F}{75}$

$F=\frac{12\times75}{15}$

$=60N$

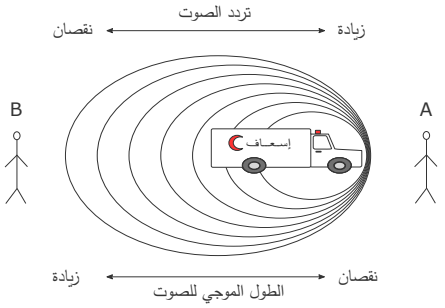
2- وحدة التردد هي:

.1 ✓ Hz .2 m/s .3 s .4 m

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

9 الصوت



- خصائص الصوت
- تأثير دوبلر
- الرنين في الاوتار والانابيب

مقدمة

almanahj.com/ae

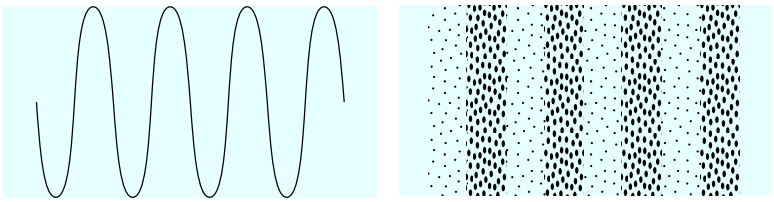
9.1 خصائص الصوت

9.1.1 الموجات الصوتية

الموجة الصوتية هي انتقال تغيرات الضغط خلال مادة.

الموجة الطولية هي إهتزاز جزيئات الوسط في نفس إتجاه انتشار الموجات.

الموجة المستعرضة هي إهتزاز جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجات.



شكل 9.1: أنواع الموجات

almanahj.com/ae

سرعة الصوت

$$V_{\text{سرعة الصوت}} = 331 + 0.6 \times T_{\text{سلزيوس}} \qquad (9.1$$

مثال 9.1.51 السؤال

1- احسب سرعة الصوت وطوله الموجي في الهواء عند درجة حرارة $20°C$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $T=20°C$

التطبيق:

$V=331+0.6T$

$=331+12=343m/s$

الطول الموجي:

$\lambda=\frac{V}{f}$

$=\frac{343}{18}=0.15m$

النتيجة: سرعة الصوت عند 20 سلزيوس تساوي 343متر / ثانية.

2- إذا وقف عند طرف المكان السابق وصرخت، وسمعت الصدى بعد مرور $0.8s$ ، فما بعد السطح العاكس للصوت؟

الحل

تعيين المعطيات: $t=0.8s$

التطبيق:

$d=V\times t$

$=343\times 0.4=137.2m$

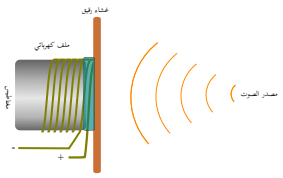
النتيجة: المسافة بين مصدر الصوت والسطح العاكس للصوت تساوي 137.2 متر.

★ ومضة

لحل المسألة:
- حدد المعطيات.
- اكتب الرموز فوق المعطيات.
- حدد المعادلة المناسبة.
- عوض بهدوء ولا تتعجل.

9.1.2 الكشف عن موجات ضغط الصوت

- في الطبيعة : الأذن البشرية
- في الأجهزة : الميكروفون



شكل 9.2: الميكروفون

9.1.2.1 حدة الصوت

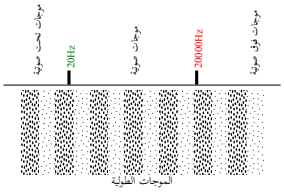
حدة الصوت هي خاصية إدراكية تسمح بترتيب الأصوات حسب ترددها.

- ميرسن وجاليلو أول من توصلا إلى أن حدة الصوت تعتمد على تردد الاهتزاز.
- الإنسان العادي يسمع الترددات من 20 - 20000 هيرتز.
- عند سن 70 سنة لا يتمكن معظم الناس من سماع الترددات الأعلى من 8000 هيرتز.

9.1.2.2 علو الصوت

- يعتمد علو الصوت على سعة موجة الضغط في المقام الأول.
- مدى ضغط الصوت المسموع بالاذن البشرية :

$$2\times10^{-5}Pa - 20Pa$$



شكل 9.3: الموجات الطولية

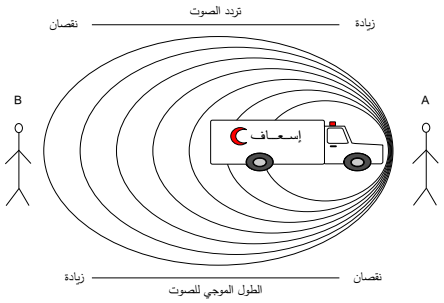
9.1.2.3 مستوى الصوت

هو مقياس لوغاريتمي لتغيرات ضغط الصوت.

- وحدة مستوى الصوت تسمى ديسبل dB مختصرة من كلمة «ديسي» وتعني عُشر ($\frac{1}{10}$) ، وكلمة «بل» وهي وحدة مستوى الصوت الاساسية ومأخوذة من اسم مخترع الهاتف جراهام بل.
- أصغر صوت يمكن سماعة بصعوبة 10 ديسبل.
- أعلى صوت يمكن سماعة بدون ضرر للأذن 99 ديسبل.
- التعرض المستمر لمستوى صوت 100 ديسبل أو أكبر يؤدي إلى ضرر دائم لحاسة السمع.

9.1.3 تأثير دوبلر

هو تغير في تردد الصوت عند إقتراب مصدر الصوت أو ابتعاده عن المراقب (السامع).



شكل 9.4: تأثير دوبلر

قانون تأثير دوبلر

$$f_d = f_s(\frac{v - v_d}{v - v_s}) \qquad (9.2$$

حيث f_d التردد الواصل للمراقب، و f_s تردد المصدر، وv سرعة الصوت في الهواء، وv_d سرعة المراقب، وv_s سرعة المصدر.

almanahj.com/ae

مثال 9.1.52 السؤال

افترض أنك في سيارة تتحرك بسرعة $25m/s$ في اتجاه صفارة إنذار ساكنه، إذا كان تردد صوت الصفارة $365Hz$ ، فما التردد الذي ستسمعه، علما أن سرعة الصوت في الهواء $343m/s$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $V_d=25m/s$ ، $V_s=0$ ، $f_s=365Hz$ ، $V=343m/s$ ،

التطبيق:

$$f_d=f_s(\frac{V-V_d}{V-V_s})$$

$$=365\times(\frac{343-(-25)}{343-0})$$

$$=391.6Hz$$

النتيجة: تردد الصوت الذي سيسمعه المستقبل اصوت يساوي 391.6 هيرتز.

* ومضة

لحل مسائل تأثير دوبلر نتبع الخطوات التالية:
نكتب البيانات بحيث يكون المصدر على اليسار والمراقب على اليمين.
نحدد إشارة سرعة المصدر وسرعة المراقب بناء على إتجاه الحركة على المحور x ، حيث الاتجاه لليمين موجب والاتجاه لليسار سالب.
نعوض في قانون تأثير دوبلر.

9.1.3.1 أمثلة على تأثير دوبلر

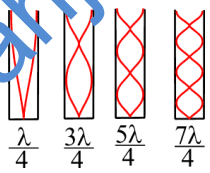
- رادار الطقس
- دراسة المجرات وبُعد النجوم.
- جهاز تصوير قلب الجنين بالموجات فوق الصوتية.
- الخفاش والدلفين.

شكل 9.5: الشوكة الرنانة[1]

9.2 الرنين في الانابيب الهوائية والاوتار

9.2.1 الرنين في الانابيب الهوائية

9.2.1.1 الرنين في الانابيب الهوائية المغلقة



شكل 9.6: الأعمدة الهوائية المغلقة

الرنين	التردد
1	$f_1=\frac{v}{4L}$
2	$f_2=3f_1$
3	$f_3=5f_1$

جدول 9.1: تردد الرنين في الانابيب المغلقة

نحسب طول الانبوب الذي يحدث الرنين باستخدام العلاقة:

$$L=\frac{n\lambda}{4} \qquad (9.3$$

حيث n عدد فردي : 1 ، 3 ، 5 ، 7 ، .....

مثال 9.2.53 السؤال

طول انبوب الهواء المغلق للرنين (5) يساوي : فتكون المعادلة:

الحل

تعيين المعطيات: رقم الرنين = 5

التطبيق:

$$n=(2\times5)-1$$

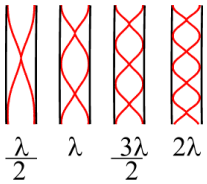
$$=10-1=9$$

$$L=\frac{9\lambda}{4}$$

النتيجة: طول الأنبوب عند الرنين الخامس يساوي $\frac{9\lambda}{4}$ متر.

almanahj.com/ae

9.2.1.2 الرنين في الانابيب الهوائية المفتوحة



شكل 9.7: الأعمدة الهوائية المفتوحة

الرنين	التردد
1	$f_1=\frac{v}{2L}$
2	$f_2=2f_1$
3	$f_3=3f_1$

جدول 9.2: تردد الرنين في الانابيب المفتوحة

نحسب طول الانبوب الذي يحدث الرنين باستخدام العلاقة:

$$L=\frac{n\lambda}{2} \qquad (9.4$$

حيث n عدد يساوي : 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، .....

مثال 9.2.54 السؤال

طول انبوب الهواء المفتوح للرنين (5) يساوي : فتكون المعادلة:

الحل

تعيين المعطيات: رقم الرنين = 5

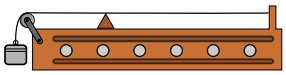
$L=\frac{5\lambda}{2}$

التطبيق:

$n=5$

النتيجة: طول الأنبوب عند الرنين الخامس يساوي $\frac{5\lambda}{2}$ متر.

9.2.1.3 الرنين في الاوتار



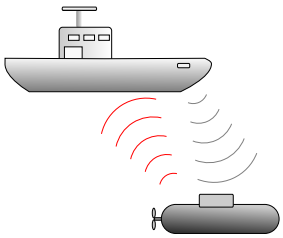
شكل 9.8: الصنومتر

قوانين ترددات واطوال الاوتار للرنين في الاوتار تشبه قوانين الرنين في الانابيب الهوائية المفتوحة.
تعتمد سرعة الموجة في الوتر على:

1. قوة الشد فيه.
2. كتلة وحدة الاطوال.

يستخدم جهاز الصنومتر لدراسة الأوتار في المختبر.

9.3 الموجات فوق الصوتية



شكل 9.9: سونار

الموجات فوق الصوتية هي موجات طولية ترددها أعلى من 20000 هيرتز
وتوجد هذه الترددات في الطبيعة لدى بعض الكائنات الحية مثل الدلافين والحيتان، كما يستخدمها الانسان في اداء بعض الوظائف مثل كاشفات الاعماق (سونار) في السفن والغواصات، كما تستخدم في تبخير الماء بدون تسخين في أجهزة الربو وفي بعض أجهزة تجفيف الشعر (الاستشوار)، و في أجهزة تفتيت حصوات الكلى، وأجهزة تفتيت الخلايا السرطانية (تجريبية).

almanahj.com/ae

9.4 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- افترض أنك في سيارة تتحرك بسرعة $30m/s$ للشرق، وتتحرك سيارة إسعاف مبتعدة للغرب بسرعة $20m/s$، فإذا انطلق منبهها بتردد $400Hz$ ، فما التردد الذي ستسمعه علما بأن سرعة الصوت في الهواء $343m/s$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $V_d=30m/s$ ، $V_s=-20m/s$ ، $f_s=400$ ، $V=343m/s$

التطبيق:

$$f_d=f_s(\frac{V-V_d}{V-V_s})$$

$$=400\times(\frac{343-30}{343-(-20)})$$

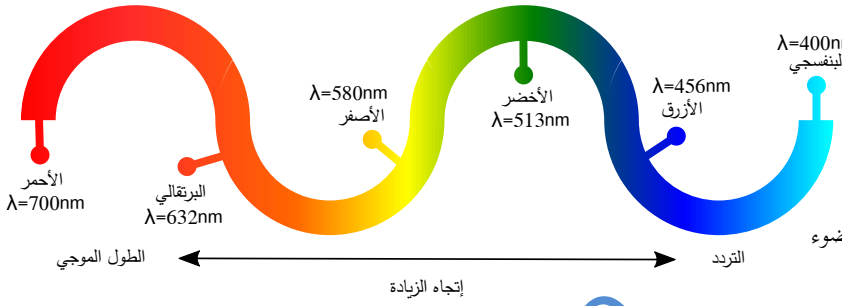
$$=344.9Hz$$

2- وحدة مستوى الصوت هي:

1. ديسبل ✓
2. نيوتن
3. هيرتز
4. متر

almanahj.com/ae

10 أساسيات الضوء



- مصادر الضوء
- الاستضاءة
- الطبيعة الموجية للضوء

almanahj.com/ae

10.0.1 مصادر الضوء

مصادر الضوء تنقسم إلى قسمين:

1. مصدر مضيء وهو مصدر ينتج الضوء من ذاته، وينقسم إلى قسمين قسم ينتج الضوء نتيجة ارتفاع درجة حرارته مثل الشمس، وقسم آخر لا يحتاج لرفع درجة حرارته مثل مصابيح الفلوروسنت.
2. مصدر مُضاء هو مصدر يعكس الضوء من مصدر آخر مثل القمر.

شكل 10.1: أنواع الأسطح

أنواع الأسطح حسب مرور الضوء بها:
- اسطح شفافة تسمح بمرور الضوء ويمكن رؤية الاجسام من خلالها مثل زجاج النظارة.
- اسطح شبه شفافة تسمح بمرور بعض الضوء ويصعب رؤية الاجسام من خلالها مثل الورق الشفاف والزجاج الثلجي.
- اسطح معتمة لا تسمح بمرور الضوء ولا ترى الاجسام من خلالها، مثل الحديد.

10.0.2 الاستضاءة

★ هدف وجداني

إن استخدام مصابيح Led يوفر في الطاقة ويحافظ على البيئة.

التدفق الضوئي

هو كمية الضوء الخارجة من المصدر الضوئي.

ووحدته اللومن lm هو مقدار الضوء الصادر عن شمعة قياسية ويسقط على سطح مساحته $1foot^2$ من مسافة $1foot$.

شدة الإضاءة

هي كمية الضوء الساقطة على سطح مساحته $1m^2$ من كرة نصف قطرها $1m$.

ووحدتها الشمعة cd، الشمعة cd: هي $\frac{1}{60}$ من الضوء الذي يولده ($1m^2$) من سطح معدن البلاتين المستوي في درجة حرارة تصلبه ($6402°K$) في الاتجاه العمودي على السطح.

$$\text{الإضاءة شدة} = \frac{P}{4\pi} \qquad (10.1$$

حيث P التدفق الضوئي.

الاستضاءة	الاستخدام
80−170	المستودعات
200−300	الورش
500−700	المكتبات والمختبرات
1000−2000	صيانة الاجهزة الدقيقة والرسم الهندسي

جدول 10.1: الاستضاءة

الاستضاءة

هي كمية الضوء الساقطة على نقطة تبعد عن المصدر مسافة معينة.

ووحدتها اللوكس أو lm/m^2 .

$$E = \frac{P}{4\pi r^2} \qquad (10.2$$

$E r^2$=الإضاءة شدة

حيث E الاستضاءة، P التدفق الضوئي، r بعد الجسم عن مركز المصدر.

almanahj.com/ae

مثال 10.0.55 السؤال

إحسب استضاءة نقطة وضعت على بعد $2m$ من مصدر ضوئي التدفق الضوئي له $100cd$ ؟

الحل

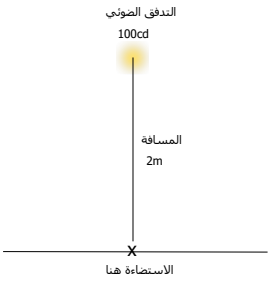
تعيين المعطيات: $P=100cd$ ، $r=2m$

التطبيق:

$$E=\frac{P}{4\pi r^2}$$

$$=\frac{100}{4\pi\times 2^2}=1.98lux$$

النتيجة: استضاءة النقطة التي تبعد 2 متر عن المصدر تساوي 1.98لوكس.

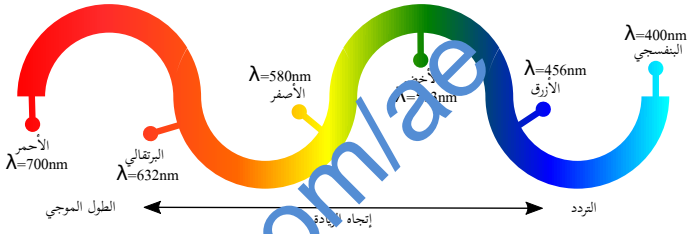


شكل 10.2: الاستضاءة

10.0.3 الطبيعة الموجية للضوء

سرعة الضوء تبلغ سرعة الضوء $3\times10^8 m/s$

الالوان



شكل 10.3: الوان الطيف للون الأبيض

يتكون الضوء المرئي من موجات كهرومغناطيسية، وهو مجموعة من الألوان المختلفة في التردد والطول الموجي، وهذه الألوان محصوره بين اللون الأحمر واللون البنفسجي، وكلما غيرنا في تردد الموجة الكهرومغناطيسية يتحول لدينا لون جديد، الأحمر هو الأكبر في الطول الموجي لكنه الأصغر ترددا، والبنفسجي عكسه تماما، فهو الأعلى في التردد والأقل طولا موجيا.

استقطاب الضوء الاستقطاب هو سماح بعض المواد بنفاذ مركبة المجال الكهربائي ومنع مركبة المجال المغناطيسي للضوء.

$$I_2 = I_1 cos^2\theta \qquad (10.3$$

حيث I_2 شدة الضوء الخارج من المرشح الثاني، I_1 شدة الضوء الخارج من المرشح الأول، θ المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين.

تأثير دوبلر تأثير دوبلر هو تغير ظاهري للتردد و الطول الموجي للأمواج عندما ترصد من قبل مراقب متحرك بالنسبة للمصدر الموجي.

حيث يقل تردد الضوء عندما يكون المصدر الضوئي مبتعدا، ويزداد حين يكون المصدر الضوئي مقتربا، فانخفاض تردد الضوء الصادر من نجم ما، هو دليل في الغالب على أنه يسير مبتعدا عنا، ويقترب منا إن كان تردد ضوئه يزداد بمرور الوقت.

$$f_d = f_s(\frac{c-v_d}{c-v_s}) \Rightarrow f_d = f_s(1 \pm \frac{v}{c}) \qquad (10.4$$

حيث f_d تردد الضوء الواصل للمراقب، f_s تردد الضوء الخارج من المصدر، v السرعة النسبية بين المصدر والمراقب، c سرعة الضوء، $\pm$ موجب للاقتراب وسالب للابتعاد.

almanahj.com/ae

مثال 10.0.56 السؤال

نجم يصدر ضوء أحمر تردده $f_s=400\times10^{12}Hz$ و ويقترب من الارض بسرعة تعادل 0.7 من سرعة الضوء $v_s=0.7C$ ، احسب تردد الضوء الذي يستقبله الراصد على الارض ؟

الحل

تعيين المعطيات: $f_s=400\times10^{12}Hz$ ، $V_s=0.7c$

التطبيق:

$$f_d=f_s(1\pm\frac{v}{c})$$

$$=400\times10^{12}(1+\frac{0.7}{1})$$

$$=680\times10^{12}Hz$$

النتيجة: تردد الضوء الذي يستقبله الراصد يساوي 680×10^{12} هيرتز.

almanahj.com/ae

10.1 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب استضاءة نقطة وضعت على بعد $9m$ من مصدر ضوئي التدفق الضوئي له $350cd$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $r=9m$ ، $P=350cd$

التطبيق:

$$E=\frac{P}{4\pi r^2}$$

$$=\frac{350}{4\pi\times 9^2}=0.344lux$$

2- وحدة الاستضاءة هي:

1. Lm
2. Cd
3. ✓ Lux
4. J

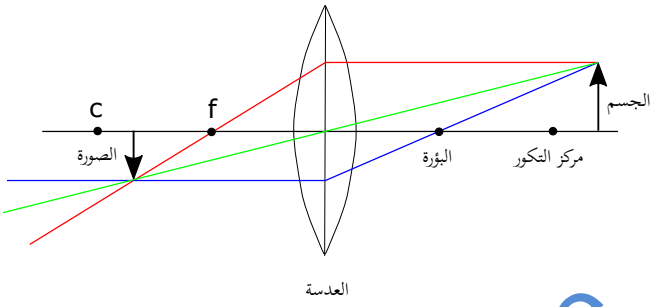
3- أي الالوان التالية أكبر في الطول الموجي:

1. البنفسجي
2. ✓ الأحمر
3. الأخضر
4. الأصفر

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

11 المرايا والعدسات



العدسة

- قوانين الانعكاس والانكسار
- العدسات الكروية
- المرايا الكروية

مقدمة

almanahj.com/ae

الضوء : هو عبارة عن حزم من الجسيمات الكمية تسمى فوتونات.

11.1 خصائص الضوء

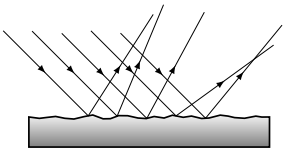
11.1.1 سرعة الضوء

تبلغ سرعة الضوء $3\times10^8 m/s$.

11.1.2 قانون الانعكاس

تنقسم الأسطح التي يسقط عليها الضوء إلى أسطح مصقولة تعكس أشعة الضوء الساقطة عليها بشكل متوازي وأسطح غير مصقولة تشتت أشعة الضوء عند سقوطها عليها، عند سقوط أشعة الضوء على سطح مصقول وشفاف، نجد أن جزء منها ينعكس وجزء ينفذ منكسراً وجزء يمتص.

إنعكاس الضوء: إرتداد الضوء عن سطح مصقول.

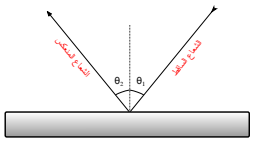


شكل 11.1: السطوح غير المصقولة

زاوية السقوط تساوي زاوية الإنعكاس

$$\theta_1 = \theta_2 \qquad (11.1$$

θ_1 زاوية السقوط و θ_2 زاوية الإنعكاس.



شكل 11.2: قانون الانعكاس الاول

وإذا سقط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين فإنه:

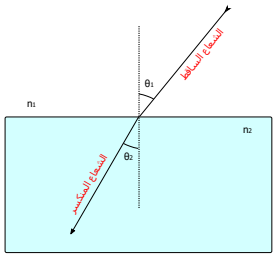
- ينعكس إذا كانت زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة ، عندما ينتقل من وسط ذي معامل إنكسار أكبر إلى وسط ذي معامل إنكسار أقل $(n_1>n_2)$.
- ينكسر إذا كانت زاوية سقوطه أصغر من الزاوية الحرجة ، عندما ينتقل من وسط ذي معامل إنكسار أكبر إلى وسط ذي معامل إنكسار أقل $(n_1>n_2)$.
- ينكسر عندما ينتقل من وسط ذي معامل إنكسار أقل إلى وسط ذي معامل إنكسار أكبر $(n_1<n_2)$ ولا توجد له زاويه حرجة.

11.1.3 قانون الانكسار

إنكسار الضوء[1]: عند إنتقال الشعاع الضوئي من وسط لآخر فإنه ينفذ للوسط الآخر مقتربا أو مبتعدا عن العمود المقام على الفاصل بين الوسطين.

$$\frac{sin\theta_1}{sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (11.2$$

حيث n معامل الإنكسار و θ_1 زاوية السقوط و θ_2 زاوية الإنكسار.



شكل 11.3: انكسار الضوء

- ينكسر مقتربا إذا كان ينتقل من وسط ذي معامل إنكسار أقل إلى وسط ذي معامل إنكسار أكبر $(n_1<n_2)$.
- ينكسر مبتعدا إذا كان ينتقل من وسط ذي معامل إنكسار أكبر إلى وسط ذي معامل إنكسار أقل $(n_1>n_2)$.

[1] يسمى قانون سنل أو قانون ديسكرايتس

almanahj.com/ae

مثال 11.1.57 السؤال

سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء فانكسر في الماء بزاوية 45 درجة، أوجد زاوية السقوط؟

الحل

تعيين المعطيات: $n_1=1$ ، $n_2=1.333$

التطبيق:

$$\frac{sin\theta_1}{sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}$$

$$1\times sin\theta=1.333\times sin45$$

$$sin\theta=0.943$$

$$\theta=sin^{-1}(0.943)=70.5^{\circ}$$

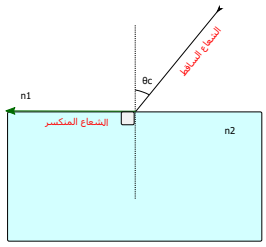
النتيجة: زاوية سقوط الشعاع الضوئي تساوي 70.5 درجة.

11.1.4 الزاوية الحرجة

هي زاوية السقوط التي يقابلها زاوية انكسار 90 درجة، وتوجد فقط إذا انتقل الشعاع الضوئي من وسط أعلى في معامل إنكساره إلى وسط أقل في معامل إنكساره.

$$\theta_c = sin^{-1}(\frac{n_2}{n_1}) \qquad (11.3$$

حيث θ_c الزاوية الحرجة و n_1 معامل إنكسار الوسط الأول، n_2 معامل إنكسار الوسط الثاني.



شكل 11.4: الزاوية الحرجة

- إذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي أقل من الزاوية الحرجة فإن الشعاع ينكسر.
- إذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي أكبر من الزاوية الحرجة فإن الشعاع ينعكس.
- إذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي مساوية للزاوية الحرجة فإن الشعاع ينكسر منطبقا على الخط الفاصل بين الوسطين.

مثال 11.1.58 السؤال

احسب الزاوية الحرجة للماء إذا كان الوسط الثاني هو الفراغ؟

الحل

تعيين المعطيات: $n_1=1.33$ ، $n_2=1$

التطبيق:

$$\theta_c=sin^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$$

$$=sin^{-1}(\frac{1}{1.333})=48.6^{\circ}$$

النتيجة: الزاوية الحرجة للماء تساوي 48.6° .

11.2 المنشور

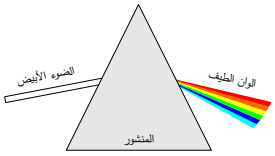
المنشور هو جسم شفاف له خمسة أوجه، وربما لو قسناه على المستطيل والمربع لقلنا هو مجسم المثلث (مجسم المستطيل يسمى متوازي مستطيلات ومجسم المربع يسمى مكعب).

من فوائد المنشور:

- تحليل الضوء الابيض إلى الوان الطيف السبعة.
- تغيير اتجاه الضوء مثل استخدامه في المنظار المقرب ونظارة قوقل.

⋆ ومضة

عند سقوط اشعة الشمس على قطرات المطر المعلقة في الهواء يتكون قوس من الوان الطيف، ويسمى خطأ بقوس قزح (قزح هو الشيطان)، والصحيح أن يسمى قوس المطر.



شكل 11.5: المنشور

almanahj.com/ae

11.3 العدسات الكروية

العدسات الكروية هي أجسام شفافة لها اسطح جانبية كروية الشكل، فإذا كان تكور السطح إلى الداخل فإننا نسميها عدسة مقعرة وإذا كان تكور السطح إلى الخارج نسميها عدسة محدبة.

شكل 11.6: أنواع العدسات

11.3.1 العدسات المحدبة

العدسات المحدبة تسمى بهذا الأسم لأن سطحها محدب إلى الخارج وتسمى أيضا بالعدسات المجمعة لأنها تعمل على تجميع الضوء في مركزه لكي يمر في البؤرة، وعند وضع جسم أمام العدسة المحدبة تتكون له صورة تختلف في موضعها وإعتدالها وحقيقيتها بحسب موضع الجسم، لهذا يتم وصف حالة الصورة بثلاث صفات (صفة واحدة من كل عمود في الجدول التالي):

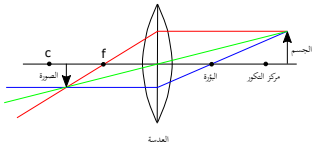
الصفة الأولى	الصفة الثانية	الصفة الثالثة
حقيقية	مقلوبة	مكبرة
خيالية	معتدلة	مساوية
-	-	مصغرة

جدول 11.1: صفات الصور في العدسات

almanahj.com/ae

* مكبرة: الصورة أكبر من الجسم، مصغرة: الصورة أصغر من الجسم، مساوية: الصورة تساوي الجسم، مقلوبة: إتجاه رأس الصورة عكس إتجاه رأس الجسم، معتدلة: رأس الصورة في اتجاه رأس الجسم، حقيقية: يمكن استقبال الصورة على حائل ورقي (هندسيا العدسة بين الجسم والصورة)، خيالية: لا يمكن استقبال الصورة على حائل (هندسيا الجسم والصورة معا في يمين أو يسار العدسة).

لرسم الصور في العدسات المحدبة نحتاج إلى رسم خطين على الاقل من ثلاثة خطوط:



شكل 11.7: رسم الصورة

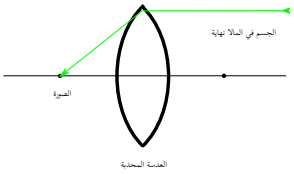
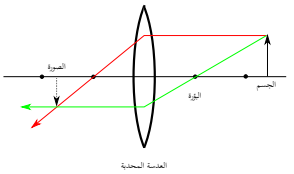
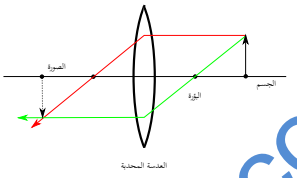
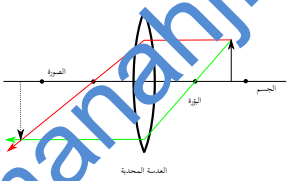
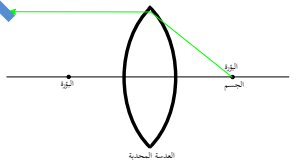
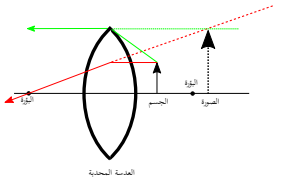
1. خط يخرج من رأس الجسم ويمر في قطب المرآة بشكل مستقيم.
2. خط يخرج من رأس الجسم ويمر بالبؤرة وينكسر مواز لمحور العدسة.

★ طرفة علمية

يمكن استخدام العدسات المحدبة لإشعال النار، حيث يتجمع ضوء الشمس في البؤرة.

3. خط يخرج من الرأس ويسير مواز لمحور العدسة وينكسر ماراً بالبؤرة.

حالات تكون الصور في العدسات:

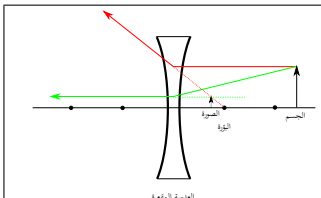
	الجسم	الصورة	صفات الصورة	الرسم
1	في الما لا نهاية	في البؤرة	حقيقية ومقلوبة ومصغرة	
2	خلف مركز التكور	بين البؤرة ومركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومصغرة	
3	عند مركز التكور	عند مركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومساوية	
4	بين البؤرة ومركز التكور	خلف مركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومكبرة	
5	في البؤرة	ففي المالا نهاية	حقيقية ومقلوبة ومكبرة	
6	بين البؤرة والقطب	خلف الجسم	خيالية ومعتدلة ومكبرة	

جدول 11.2: حالات تكون الصور في العدسات المحدبة

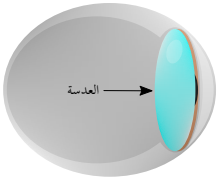
almanahj.com/ae

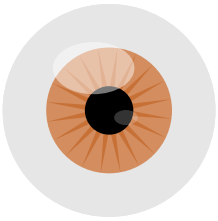
11.3.2 العدسات المقعرة

العدسات المقعرة تسمى بهذا الأسم لأن سطحها مقعر إلى الداخل وتسمى أيضا بالعدسات المفرقة لأنها تعمل على تفريق الضوء وتشتيته، وعند وضع جسم أمام العدسة المقعرة تتكون له صورة لا تختلف في صفاتها ولا تتغير بتغير موضع الجسم، فهي دائما خيالية ومعتدلة ومصغرة.

صفات الصورة	الرسم
خيالية ومعتدلة ومكبرة	

جدول 11.3: حالات تكون الصور في العدسات المقعرة



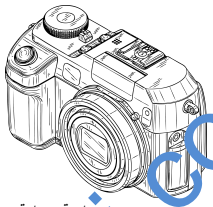


شكل 11.8: العين

11.3.3 تطبيقات على العدسات

تستخدم العدسات بشكل واسع في حياتنا اليومية، فالعدسات المحدبة تستخدم في النظارة الطبية (طول النظر) والكاميرا والبروجكتر والعدسة المكبرة المفردة وعدسات مصابيح بعض السيارات ، كما تستخدم في التلسكوب والمجهر وعين الانسان، اما العدسات المقعرة فتستخدم في في النظارة الطبية (قصر النظر) وخطوط المساحة الليزرية.

عدسة مكبرة



عدسة محدبة

شكل 11.9: تطبيقات على العدسات

★ طرفة علمية

كان الفيزيائي الحسن بن الهيثم يستخدم صندوقا لتكوين الصور داخله وسماه القمرة، ومنها اشتق مسمى الكميرا

almanahj.com/ae

11.4 القانون العام للعدسات والمرايا

سمي بالقانون العام لأنه يشمل العدسات والمرايا، ويتميز بالسهولة إذا تم التعويض بشكل جيد.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} \qquad (11.4$$

حيث f البعد البؤري، d_o بعد الجسم عن مركز العدسة أو المرآة، d_i بعد الصورة عن مركز العدسة أو المرآة.

ويجب وضع الإشارة الصحيحة أثناء التعويض في القانون حسب الجدول التالي:

	f		d_o		d_i	
	+	-	+	-	+	-
عدسة محدبة	دائما		جسم حقيقي	جسم خيالي	صورة حقيقية	صورة خيالية
عدسة مقعرة		دائما	جسم حقيقي	جسم خيالي		دائما
مرآة محدبة		دائما	جسم حقيقي	جسم خيالي		دائما
مرآة مقعرة	دائما		جسم حقيقي	جسم خيالي	صورة حقيقية	صورة خيالية

جدول 11.4: إشارات القانون العام للعدسات والمرايا

11.4.1 قانون التكبير للعدسات والمرايا

$$A = \frac{-d_i}{d_o} = \frac{h_i}{h_o} \qquad (11.5$$

حيث A تكبير الصورة، h_o ارتفاع الجسم، h_i ارتفاع الصورة، والاشارة السالبة في القانون تدل على أن الصورة مقلوبة.

$A<1$	$A=1$	$A>1$
الصورة مصغرة	الصورة مساوية للجسم	الصورة مكبرة

جدول 11.5: قيم تكبير العدسة

مثال 11.4.59 السؤال

1- إذا وضع جسم على بعد 10 سنتمتر من عدسة محدبة بعدها البؤري 4 سنتمتر، فأوجد بعد الصورة وتكبيرها ؟

الحل

تعيين المعطيات: $d_o=10cm$ ، $f=4cm$

التطبيق: حساب بعد الصورة:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{4}=\frac{1}{10}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{4}-\frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{di}=\frac{3}{20}$$

$$di=\frac{20}{3}=6.66cm$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{6.66}{10}=-0.66$$

النتيجة: أي أن الصورة مصغرة وتبعد 6.66 سنتمتر ، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

2- يقف رجل على بعد 3 أمتار من عدسة مقعرة بعدها البؤري 200 سنتمتر ، فأوجد بعد الصورة عن العدسة وتكبيرها؟

الحل

تعيين المعطيات: $d_o=3m$ ، $f=2m$

التطبيق: حساب بعد الصورة (نظرا لاختلاف الوحدات نحول البعد البؤري لامتار بالقسمة على 100):

$$\frac{1}{2}=\frac{1}{3}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{di}=\frac{1}{6}$$

$$di=\frac{6}{1}=6m$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{6}{3}=-2$$

النتيجة: أي أن الصورة مكبرة وتبعد 6سنتمتر ، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

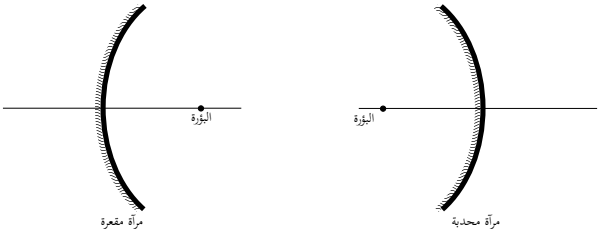
ومضة ⋆

لحل المسألة:
- حدد المعطيات.
- اكتب الرموز فوق المعطيات.
- حدد المعادلة المناسبة.
- عوض بهدوء ولا تتعجل.

almanahj.com/ae

11.5 المرايا الكروية

المرايا الكروية هي أسطح مصقولة كروية الشكل، فإذا كان تكور السطح إلى الداخل فإننا نسميها مرآة مقعرة وإذا كان تكور السطح إلى الخارج نسميها مرآة محدبة.



شكل 11.10: أنواع المرايا

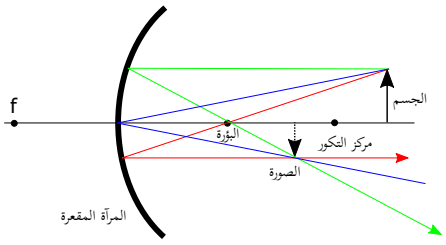
11.5.1 المرايا المقعرة

المرايا المقعرة تسمى بهذا الاسم لأن سطحها مقعر ومنحني إلى الداخل وتسمى أيضا بالمرايا المجمعة لأنها تعمل على تجميع الضوء وتركيزه في البؤرة، وعند وضع جسم أمام المرآة المقعرة تتكون له صورة تختلف في موضعها وإعتدالها وحقيقيتها بحسب موضع الجسم، لهذا يتم وصف حالة الصورة بثلاث صفات (صفة واحدة من كل عمود في الجدول التالي):

* مكبرة: الصورة أكبر من الجسم، مصغرة: الصورة أصغر من الجسم، مساوية: الصورة تساوي الجسم، مقلوبة: إتجاه رأس الصورة عكس إتجاه رأس الجسم، معتدلة: رأس الصورة في اتجاه رأس الجسم، حقيقية: يمكن استقبال الصورة على حائل ورقي (هندسيا الجسم والصورة معا في يمين أو يسار المرآة) ، خيالية: لا يمكن استقبال الصورة على حائل (هندسيا المرآة بين الجسم والصورة).

لرسم الصور في المرايا المقعرة نحتاج إلى رسم خطين على الأقل من ثلاثة خطوط:

1. خط يخرج من رأس الجسم ينعكس عن قطب المرآة بزاوية مساوية لزاوية السقوط.
2. خط يخرج من رأس الجسم ويمر بالبؤرة وينعكس مواز لمحور المرآة.
3. خط يخرج من الرأس ويسير مواز لمحور المرآة وينعكس ماراً بالبؤرة.



شكل 11.11: رسم الصورة في المرآة المقعرة

حالات تكون الصور في المرايا:

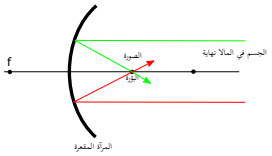
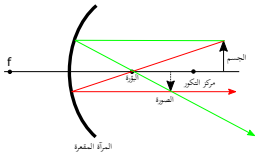
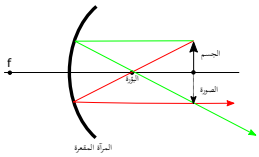
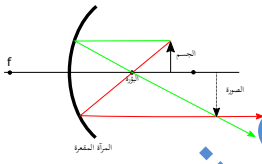
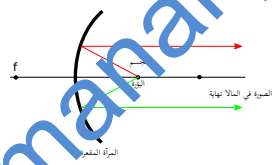
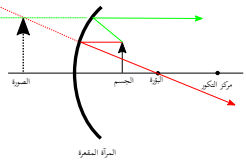
★ طرفة علمية

يمكن استخدام قاعدة علب المشروبات الغازية لإشعال النار، فهي مرايا مقعرة تجمع ضوء الشمس في البؤرة.

الصفة الأولى	الصفة الثانية	الصفة الثالثة
حقيقية	مقلوبة	مكبرة
خيالية	معتدلة	مساوية
-	-	مصغرة

جدول 11.6: صفات الصورة

almanahj.com/ae

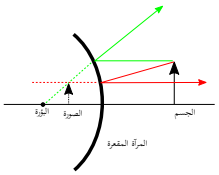
	الجسم	الصورة	صفات الصورة	الرسم
1	في الما لا نهاية	في البؤرة	حقيقية ومقلوبة ومصغرة	
2	خلف مركز التكور	بين البؤرة ومركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومصغرة	
3	عند مركز التكور	عند مركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومساوية	
4	بين البؤرة ومركز التكور	خلف مركز التكور	حقيقية ومقلوبة ومكبرة	
5	عند البؤرة	في اتجاه الجسم	حقيقية ومقلوبة ومكبرة	
6	بين البؤرة وقطب المرآة	خلف الجسم	خيالية ومعتدلة ومكبرة	

جدول 11.7: حالات تكون الصور في المرايا المقعرة

almanahj.com/ae

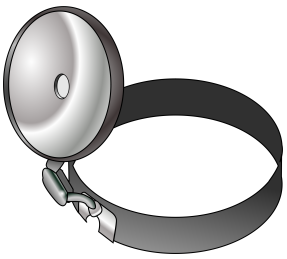
11.5.2 المرايا المحدبة

المرايا المحدبة تسمى بهذا الأسم لأن سطحها محدب إلى الخارج وتسمى أيضا بالمرايا المفرقة لأنها تعمل على تفريق الضوء وتشتيته، وعند وضع جسم أمام المرآة المحدبة تتكون له صورة لا تختلف في صفاتها ولا تتغير بتغير موضع الجسم، فهي دائما خيالية ومعتدلة ومصغرة.

صفات الصورة	الرسم
خيالية ومعتدلة ومصغرة	

جدول 11.8: حالات تكون الصور في المرايا المحدبة

11.5.3 تطبيقات على المرايا



شكل 11.12: مرآة مصباح الطبيب

تستخدم المرايا في حياة الإنسان منذ آلاف السنين وحتى قبل إختراع المرايا الزجاجية المبطنة بالفضة، فارتبطت المرآة بالمرأة على مر العصور، أما أقدم الاستخدامات المذكورة في التاريخ - إن صحت تاريخيا - فهو بلا شك فنار الاسكندرية (احدى عجائب الدنيا السبع القديمة)، حيث تم وضع مرآة مقعرة كبيرة على قمة الفنار، وحين تقترب سفينة من الميناء توجه المرآة بإتجاه السفينة لكي يتجمع الضوء عليها وتحترق.

أيضا تستخدم المرايا المقعرة في محطات توليد الكهرباء من الشمس، وفي اطباق استقبال الأقمار الصناعية، وأطباق الطبخ بحرارة الشمس وخلفيات الكشافات ومصابيح السيارات، أما المرايا المحدبة تستخدم في المرايا الجانبية للسيارة، وتوضع في المنعطفات الضيقة للسماح للسائقين برؤية السيارات القادمة من الشارع الجانبي.

11.6 القانون العام للعدسات والمرايا

سمي بالقانون العام لأنه يشمل العدسات والمرايا، ويتميز بالسهولة إذا تم التعويض بشكل جيد.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} \qquad (11.6$$

حيث f البعد البؤري، d_o بعد الجسم عن مركز العدسة أو المرآة، d_i بعد الصورة عن مركز العدسة أو المرآة.

ويجب وضع الإشارة الصحيحة أثناء التعويض في القانون حسب الجدول التالي:

	f		d_o		d_i	
	+	-	+	-	+	-
عدسة محدبة	دائما		جسم حقيقي	جسم خيالي	صورة حقيقية	صورة خيالية
عدسة مقعرة		دائما	جسم حقيقي	جسم خيالي		دائما
مرآة محدبة		دائما	جسم حقيقي	جسم خيالي		دائما
مرآة مقعرة	دائما		جسم حقيقي	جسم خيالي	صورة حقيقية	صورة خيالية

جدول 11.9: إشارات القانون العام للعدسات والمرايا

11.6.1 قانون التكبير للعدسات والمرايا

$$A = \frac{-d_i}{d_o} = \frac{h_i}{h_o} \qquad (11.7$$

حيث A تكبير الصورة، h_o ارتفاع الجسم، h_i ارتفاع الصورة، والاشارة السالبة في القانون تدل على أن الصورة مقلوبة.

$A<1$	$A=1$	$A>1$
الصورة مصغرة	الصورة مساوية للجسم	الصورة مكبرة

جدول 11.10: قيم تكبير العدسة

almanahj.com/ae

مثال 11.6.60 السؤال

1- إذا وضع جسم على بعد 10 سنتمتر من عدسة محدبة بعدها البؤري 4 سنتمتر، فأوجد بعد الصورة وتكبيرها ؟

الحل

تعيين المعطيات: $f=4cm$ ، $d_o=10cm$

التطبيق: حساب بعد الصورة:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{4}=\frac{1}{10}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{4}-\frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{f}=\frac{3}{20}$$

$$di=\frac{20}{3}=6.66cm$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{6.66}{10}=-0.66$$

النتيجة: أي أن الصورة مصغرة وعلى بعد 6.66 سنتمتر، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

2- يقف رجل أمام على بعد 3 أمتار من مرآة مقعرة بعدها البؤري 200 سنتمتر ، فأوجد بعد الصورة عن المرآة وتكبيرها؟

الحل

تعيين المعطيات: $f=2m$ ، $d_o=3m$

التطبيق: حساب بعد الصورة (نظرا لاختلاف الوحدات نحول البعد البؤري لامتار بالقسمة على 100):

$$\frac{1}{2}=\frac{1}{3}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{di}=\frac{1}{6}$$

$$di=\frac{6}{1}=6m$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{6}{3}=-2$$

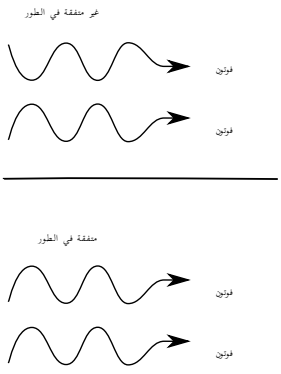
النتيجة: أي أن الصورة مكبرة وعلى بعد 6 متر ، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

11.7 الليزر وتطبيقاته

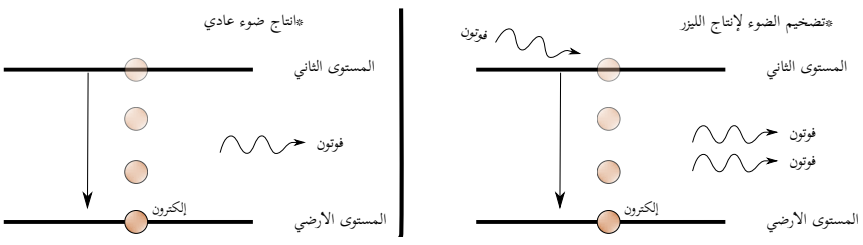
الليزر هو تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز(المستحث).

الضوء العادي الموجود في حياتنا العادية، مثل الشمس، مصباح النيون، النار، يكون على شكل فوتونات لها أطوال موجية متنوعة وغير متفقة في الطور، بينما في الليزر تكون جميع الفوتونات متساوية في التردد والطول الموجي، ومتفقة في الطور، إن أجهزة إنتاج الليزر، تقوم بوظيفة تشبه ما يقوم به المشط في الشعر، فالمشط يجعل خصلات الشعر بشكل متوازي مع بعضها.

كيف ينتج الليزر ؟ قام اينشتاين في عام 1917 بالاشارة إلى ظاهرة الانبعاث المستحث، وتعني بشكل مبسط، أن الالكترون حين يكتسب طاقة ينتقل من مستواه إلى المستوى الأعلى منه، ويبقى فيها لمدة $10^{-8}s$، ثم يعود مرة أخرى إلى مكانه الأصلي في المستوى الادنى، مع فقد طاقته المكتسبة على شكل فوتون واحد، لكن إذا اصطدم فوتون خارجي بالإلكترون اثناء وجوده في المستوى العلوي، فإنه يطلق فوتونين وليس واحد، عند نزوله للمستوى الأدنى، ويتميز هاذان الفوتونان بأنهما متساويان في التردد والطول الموجي ومتفقان في الطور.



شكل 11.13: فرق الطور

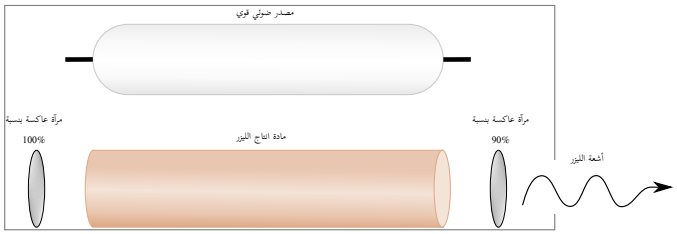


شكل 11.14: الانبعاث المستحث

almanahj.com/ae

تم انتاج الليزر لأول مرة في عام 1960م باستخدام موجات المايكرويف، ولهذا سمي ميزر Maser، ثم تم تطويره واستخدم الضوء المرئي فسمي ليزر Laser، واخيرا استخدمت اشعة جاما فسمي قيزر Gaser، واستخدمت أيضا الاشعة تحت الحمراء وسُمّي ليزر الاشعة تحت الحمراء.

مم يتكون جهاز الليزر ؟ جهاز الليزر يتكون من اربعة اجزاء رئيسية هي: مرآتين - مصدر ضوئي قوي (أو مصدر شحنات كهربائية)، مادة منتجة لليزر.



شكل 11.15: انتاج الليزر

يقوم المصدر الضوئي بضخ عدد ضخم من الفوتونات التي تخترق المادة الفعّالة المنتجة لليزر، فتصطدم الفوتونات بالالكترونات التي توجدها في المستوى العلوي كما تم شرحه في الاعلى، فينتج من كل الكترون فوتونين، تسقط الفوتونين على المرآة، فترتد ويصطدم كل واحد منهما بإلكترون منتجاً فوتونين، فيصبح المجموع 4 ، ثم تصبح 8 ، ويستمر التضاعف، مع حركة الفوتونات جيئة وذهابا بين المرآتين. يخرج جزء من الفوتونات من المرآة العاكسة بنسبة 90% ، ويسمى الضوء الخارج بالليزر، بينما تستمر الفوتونات الباقية بالانعكاس والتضاعف.

أنواع الليزر:

- ليزر الجوامد مثل الياقوت.
- ليزر الغازات مثل الارجون والكلور.
- ليزر السوائل مثل الاسكولين.
- ليزر أشباه الموصلات.

أمثلة على إستخدامات الليزر:

العمليات الجراحية، قاريء الاقراص، لحام وقص المعادن، عرض ثلاثي الابعاد (الهولوقرام)، بعض الطابعات المجسمة (ثلاثية الابعاد)، قاريء اسعار الباركود.

شكل 11.16: الباركود

almanahj.com/ae

11.8 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء بزاوية 32 درجة، أوجد زاوية الانكسار؟

الحل

تعيين المعطيات: $n_1=1$ ، $\theta_1=32^\circ$ ، $n_2=1.33$

التطبيق:

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1}$$

$$sin\theta_2=\frac{n_1 sin\theta_1}{n_2}$$

$$\theta_2=sin^{-1}(\frac{1\times sin32}{1.33})$$

$$\theta_2=44.813^\circ$$

2- إذا وضع جسم على بعد 12 سنتمتر من عدسة محدبة بعدها البؤري 7 سنتمتر، فأوجد بعد الصورة وتكبيرها؟

الحل

تعيين المعطيات: $d_o=12cm$ ، $f=7cm$

التطبيق: حساب بعد الصورة:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{7}=\frac{1}{12}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{7}-\frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{f}=\frac{5}{84}$$

$$di=\frac{84}{5}=16.8cm$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{16.8}{12}=-1.4$$

أي أن الصورة مكبرة وعلى بعد 16.8 سنتمتر، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

3- يقف رجل أمام على بعد 35 سنتمتر من مرآة مقعرة بعدها البؤري 9 سنتمتر ، فأوجد بعد الصورة عن المرآة وتكبيرها؟

الحل

تعيين المعطيات: $d_o=35cm$ ، $f=9cm$

التطبيق: حساب بعد الصورة :

$$\frac{1}{9}=\frac{1}{35}+\frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i}=\frac{1}{9}-\frac{1}{35}$$

$$\frac{1}{di}=\frac{26}{315}$$

$$di=\frac{315}{26}=12.11m$$

حساب تكبير الصورة:

$$A=-\frac{d_i}{d_o}$$

$$A=-\frac{12.11}{35}=-0.34$$

أي أن الصورة مصغرة وعلى بعد 12.11 سنتمتر ، والاشارة السالبة تدل على أنها مقلوبة.

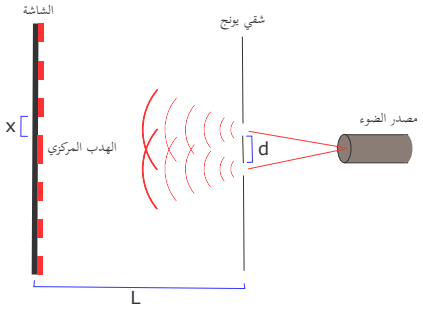
4- الصورة في المرايا المحدبة تكون:

1. مكبرة
2. ✓ مصغرة
3. مساوية
4. لا توجد صورة

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

12 التداخل والحيود



- أنواع الضوء
- التداخل والحيود
- معيار ريليه

مقدمة

almanahj.com/ae

12.1 التداخل

12.1.1 أنواع الضوء

الضوء المترابط: وهو ضوء ذو مقدمات موجيه متزامنة ويكون ذو خاصية تباعد انتشار منخفضة.

الضوء غير المترابط: هو ضوء ذو مقدمات موجية غير متزامنة.

تداخل الضوء المترابط:

تداخل الضوء المترابط ينتج أهداب لونية تختلف باختلاف نوع اللون المستخدم، لكنها تتفق في كونها مكونه من أهداب مضيئة (تداخل بناء) وأهداب مظلمة (تداخل هدام).

نوع الضوء	الهدب المركزي	الأهداب الأخرى
أحادي اللون	نفس اللون	نفس اللون
أبيض	أبيض	ألوان الطيف

جدول 12.1: تداخل الضوء المترابط

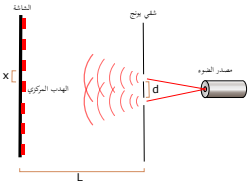
شكل 12.1: الاهداب

12.1.2 تجربة يونج

قام يونج بتجربة لإثبات الطبيعة الموجية للضوء وتوصل إلى أن الضوء يتداخل محدثاً أهداب مضيئة وأهداب مظلمة، أي أن الضوء ذو طبيعة موجية.

$$m\lambda = \frac{xd}{L} \qquad (12.1$$

حيث λ الطول الموجي، x المسافة بين الهدب المركزي والهدب الأول المضيء، d المسافة بين الشقين، L المسافة بين الشقين واللوحة التي تظهر عليها الأهداب، m رقم الهدب (المركزي $m=0$).



شكل 12.2: تجربة يونج

مثال 12.1.61 السؤال

إذا تم إجراء تجربة يونج باستخدام ضوء طوله الموجي $5\times10^{-7}m$ ووضعت الشاشة على بعد $1m$ وكانت المسافة بين شقي يونج $2\times10^{-5}m$ فاحسب بعد الهدب المضيء الاول عن الهدب المركزي؟

الحل

تعيين المعطيات: $\lambda=5\times10^{-7}m$ ، $L=1m$ ، $d=2\times10^{-5}m$

التطبيق:

$$m\lambda=\frac{xd}{L}$$

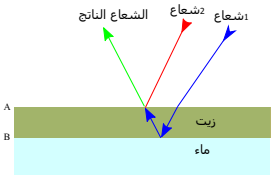
$$x=\frac{5\times10^{-7}\times1}{2\times10^{-5}}$$

$$=0.025m$$

النتيجة: بعد الهدب المضيء الأول عن الهدب المركزي يساوي 0.025 متر.

12.1.3 التداخل في الأغشية الرقيقة

وهي أغشية رفيعة من مادة شفافة تُحدث تداخل بناء أو هدام للضوء الساقط عليها، حيث ينعكس جزء من الضوء على السطح A كما في الرسم التوضيحي، وجزء ينفذ من السطح A وينعكس على السطح B ثم يخترق السطح A ويعود مرة أخرى للهواء، وإذا إنطبق هذا الشعاع الخارج للهواء مع الشعاع الأول المنعكس عن A فإنه ينتج تداخل بناء أو هدام بناء على سمك الغشاء ومعامل انكساره. مثل رؤيتنا للألوان المتموجة والبراقة على غشاء رقيق من الزيت يطفو على الماء أو على أجنحة بعض الحشرات مثل فراشة مورفو ، ويمكن إستخدام التداخل البناء في الأغشية الرقيقة في صنع أسطح لامعة متوهجة كما يمكن إستخدام التداخل الهدام في صنع ملابس عسكرية أو أسطح خفية للطائرات.



شكل 12.3: التداخل في الأغشية

almanahj.com/ae

الطول الموجي في الوسط

$$\lambda_f = \frac{\lambda_0}{n} \qquad (12.2$$

حيث λ_f الطول الموجي في الوسط، λ_0 الطول الموجي في الفراغ، n معامل انكسار الوسط.

حساب سمك التداخل البناء

$$d = \frac{a\lambda_f}{4} \ \text{و} \ a = 1, 3, 5, ... \qquad (12.3$$

حساب سمك التداخل الهدام

$$d = \frac{a\lambda_f}{2} \ \text{و} \ a = 1, 2, 3, ... \qquad (12.4$$

حيث λ الطول الموجي، a ترتيب السُمك، d سمك الغشاء.

مثال 12.1.62 السؤال

أوجد أقل سُمك لغشاء رقيق من الزيت معامل انكساره 1.45 لكي ينتج تداخل تعميري لشعاع ضوئي طوله الموجي في الفراغ $500nm$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $\lambda=5\times10^{-7}m$ ، $n=1.45$

التطبيق:

$$\lambda_{\text{الوسط}} = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}}}{n_{\text{الوسط}}} = \frac{500\times10^{-9}}{1.45} = 344.82\times10^{-9}m$$

$$d_{\text{السمك}} = \frac{\lambda_{\text{الوسط}}}{4} = \frac{344.82\times10^{-9}}{4} = 86.2\times10^{-9}m$$

النتيجة: أقل سمك ينتج تداخل تعميري 86.2×10^{-9} متر.

وعند إنعكاس الضوء عن وسط معامل انكساره أكبر من الوسط الأول فإن موجة الضوء تنقلب، والعكس صحيح.

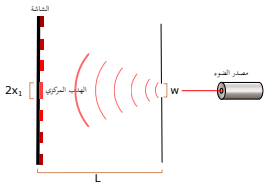
- معامل الانكسار الوسط 1 <معامل إنكسار الوسط 2 ←تنقلب الموجة عند انعكاسها.
- معامل الانكسار الوسط 1 >معامل إنكسار الوسط 2 ←لا تنقلب الموجة عند انعكاسها.

12.1.4 حيود الشق الأحادي

عند مرور الضوء من خلال شق أحادي فإنه ينتج لدينا أهداب مضيئة وأهداب مظلمة.

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w} \qquad (12.5$$

حيث λ الطول الموجي، $2x_1$ عرض الهدب المركزي المضيء، w عرض الشق، L المسافة بين الشق واللوحة التي تظهر عليها الأهداب.



شكل 12.4: حيود الشق الأحادي

مثال 12.1.63 السؤال

في تجربة الشق الاحادي إستخدمنا شعاع ضوئي طوله الموجي $400\times10^{-9}m$ ليمر من خلال شق عرضه $7\times10^{-5}m$ ، أوجد عرض الهدب المركزي المتكون على شاشة تقع على بعد 1 متر؟

الحل

تعيين المعطيات: $\lambda=400\times10^{-9}m$ ، $w=7\times10^{-5}m$ ، $L=1m$

التطبيق:

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$= \frac{2\times400\times10^{-9}\times1}{7\times10^{-5}}$$

$$= 0.011m$$

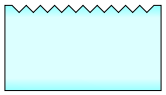
النتيجة: عرض الهدب المركزي يساوي 0.011متر.

almanahj.com/ae

12.1.5 محزوز الحيود

هو سطح شفاف يحتوي على عدد كبير من الأخاديد الدقيقة المتوازية.

أنواع محزوز الحيود:



شكل 12.5: محزوز الحيود

- محزوز النفاذ هو سطح شفاف به عدد كبير من الأخاديد الدقيقة والمتوازية.
- محزوز غشائي هو غشاء من مادة لدائنية يلصق على محزوز نفاذ إلى أن تنطبع صورة محفورة من المحزوز الأصلي عليه، و يتميز برخص ثمنه.
- محزوز الإنعكاس هو سطح عاكس (معدني أو زجاجي عاكس) به عدد كبير من الأخاديد الدقيقة والمتوازية وعلى سطحه طبقة حماية من مادة شفافه. مثل قرص DVD .

$$m\lambda = dsin\theta \qquad (12.6$$

حيث λ الطول الموجي، d المسافة بين الشقين، θ الزاوية بين وسط الهدب المركزي والهدب المضيء الأول، m رقم الهدب (المركزي $m=0$).

مثال 12.1.64 السؤال

في تجربة محزوز الحيود، استخدمنا محزوز البعد بين كل شقين $4\times10^{-6}m$ فتكون الهدب المضيء الاول بزاوية 10° ، احسب الطول الموجي للضوء الاحادي المستخدم ثم احسب عدد الشقوق؟

الحل

تعيين المعطيات: $d=4\times10^{-6}m$ ، $\theta=10^{\circ}$

التطبيق: حساب الطول الموجي

$$m\lambda=dsin\theta$$

$$\lambda=4\times10^{-6}\times sin10$$

$$=6.94\times10^{-7}m$$

حساب عدد الشقوق في المتر

$$N=\frac{1}{d}$$

$$=\frac{1}{4\times10^{-6}}$$

$$=25\times10^{4}$$

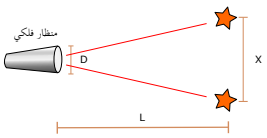
النتيجة: الطول الموجي يساوي 6.94×10^{-7} متر.

12.1.6 معيار ريليه

معيار ريليه ينص على أنه إذا سقطت البقعه المضيئه لصوره أحد النجمين على الحلقه المعتمه الأولى للنجم الثاني تكون الصورتان في حدود التمييز.

$$x = \frac{1.22\lambda L}{D} \qquad (12.7$$

حيث λ الطول الموجي، x المسافة بين النجمين أوالجسمين، L بعد الجسمين عن المنظار، D قطر فتحة المنظار، 1.22 المعامل الهندسي.



شكل 12.6: معيار ريليه

مثال 12.1.65 السؤال

جسيمان مضيئان على بعد $370km$ يصدران ضوءا طوله الموجي $5\times10^{-7}m$ ، تم رصدهما من مقراب قطر فتحته $2.43m$ ، احسب المسافة الفاصلة بين الجسمين؟

الحل

تعيين المعطيات: $L=370km$ ، $\lambda=5\times10^{-7}m$ ، $D=2.43m$

التطبيق:

$$x=\frac{1.22\lambda L}{D}$$

$$=\frac{1.22\times5\times10^{-7}\times370\times10^{3}}{2.43}$$

$$=9.3\times10^{-2}m$$

النتيجة: المسافة الفاصلة بين الجسمين 9.3×10^{-7} متر.

almanahj.com/ae

12.2 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- في تجربة الشق الاحادي إستخدمنا شعاع ضوئي طوله الموجي $560\times10^{-9}m$ ليمر من خلال شق عرضه $6\times10^{-5}m$ ، أوجد عرض الهدب المركزي المتكون على شاشة تقع على بعد 1 متر؟

الحل

تعيين المعطيات: $\lambda=560\times10^{-9}m$ ، $w=6\times$ $10^{-5}m$ ، $L=1$

التطبيق:

$$2x_1=\frac{2\lambda L}{w}$$

$$=\frac{2\times560\times10^{-9}\times1}{6\times10^{-5}}$$

$$=0.0187m$$

2- في تجربة يونج استخدم ضوء طوله الموجي $4\times10^{-7}m$ وكانت المسافة بين شقي يونج $2\times10^{-5}m$ ، تكون الهدب المضيء الأول على بعد $0.03m$ ، احسب المسافة بين الشقين والشاشة؟

الحل

تعيين المعطيات: $\lambda=4\times10^{-7}m$، $d=2\times10^{-5}m$ ، $x=0.03m$

التطبيق:

$$m\lambda=\frac{xd}{L}$$

$$L=\frac{xd}{m\lambda}$$

$$=\frac{0.03\times2\times10^{-5}}{1\times4\times10^{-7}}$$

$$=1.5m$$

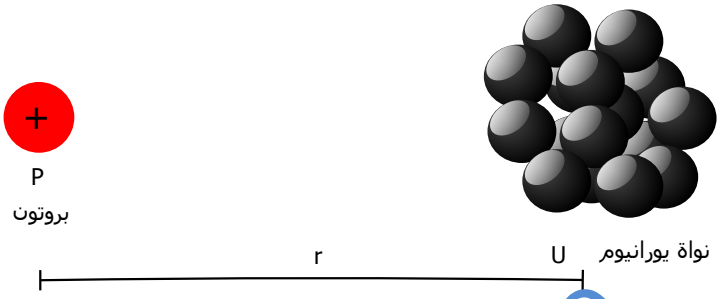
3- لون فراشة المورفو ناتج عن:

1. التداخل في الأغشية الرقيقة ✓
2. تداخل يونج
3. حيود الشق الاحادي
4. محزوز الحيود

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

13 الكهرباء الساكنة



- دراسة مكونات الذرة
- الالكترونات والمواد
- شحنة الالكترون

مقدمة

almanahj.com/ae

13.1 الشحنات

13.1.1 مكونات الذرة

الذرة هي الوحدة الأساسية المكون للمادة، وتتكون من :
1- نواة وتتكون النواة :

- بروتونات (p^+) موجبة الشحنة
- نيوترونات (n) متعادلة الشحنة

2- الكترونات (e^-) سالبة الشحنة

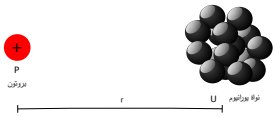
أنواع الشحنات: عن دلك بعض الأجسام فإنها تصبح مشحونة بشحنة موجبة مثل الزجاج، أو مشحونة بشحنة سالبة مثل المطاط، وتنتج الشحنة الموجبة عن فقد الكترونات بينما تنتج الشحنة السالبة عن اكتساب الكترونات.

13.1.2 الإلكترونات والمواد

للإلكترونات مع المواد ثلاث حالات:
- المواد الموصلة للكهرباء تتحرك فيها الإلكترونات بحرية وتتجمع عادة على سطحها.
- المواد العازلة للكهرباء تبقى فيها الإلكترونات في مكانها.
- المواد شبه الموصلة تكون حركة الكتروناتها محدودة وترتبط عادة هذه الحركة بعوامل مثل الشوائب ودرجة الحرارة.

13.1.3 شحنة الإلكترون

عادة تكون شحنة الإلكترون الواحد تساوي $e^-=1.6\times10^{-19}C$ ، الكولوم C هي وحدة الشحنة والتي تعادل شحنة 6.25×10^{18} الكترون.



شكل 13.1: قانون كولوم

قانون كولوم قانون كولوم هو تناسب القوة الكهروستاتيكية بين اثنين من نقاط الشحنات الكهربائية تناسبا طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين ، وعكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين.

$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2} \qquad (13.1)$$

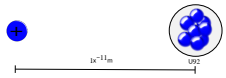
حيث F قوة التجاذب بين الشحنتين، q_1q_2 شحنتي الجسمين، r المسافة بين مركزي الجسمين، k ثابت كولوم ويساوي $k=9\times10^9 N.m^2/C^2$.

مثال 13.1.66 **السؤال**

احسب قوة التنافر الناتجة عن قذف بروتون موجب بإتجاه نواة ذرة اليورانيوم التي تحتوي 92 بروتون على اعتبار نواة اليورانيوم شحنة نقطية ، وذلك عندما كانت المسافة بينهما $1\times10^{-11}m$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q_1=q_2=1.6\times10^{-19}C$ ، $r=1\times10^{-11}m$



التطبيق:

$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$$

$$=\frac{9\times10^9\times92\times1.6\times10^{-19}\times1.6\times10^{-19}}{(1\times10^{-11})^2}$$

$$=2.1\times10^{-4}N$$

النتيجة: قوة التنافر بين البروتون ونواة ذرة اليورانيوم 2.1×10^{-4} نيوتن.

almanahj.com/ae

13.2 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب قوة التجاذب الناتجة عن قذف الكترون سالب بإتجاه نواة ذرة البلوتونيوم التي تحتوي 94 بروتون على اعتبار نواة اليورانيوم شحنة نقطية ، وذلك عندما كانت المسافة بينهما $1.3\times10^{-11}m$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $r=1.3\times10^{-11}m$

التطبيق:

$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$

$=\frac{9\times10^9\times94\times1.6\times10^{-19}\times-1.6\times10^{-19}}{(1\times10^{-11})^2}$

$=-1.3633\times10^{-6}N$

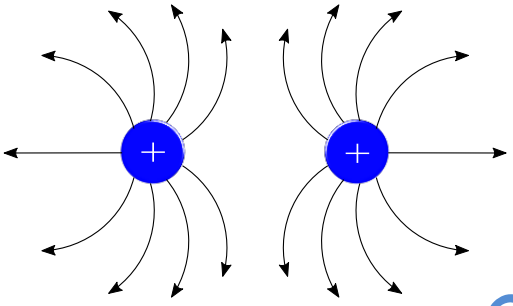
2- ما هي وحدة ثابت كولوم ؟

1. N
2. N/m
3. N/m^2
4. ✓ $N.m^2/C^2$

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

14 المجالات الكهربائية



- شدة المحال الكهربائي
- قوة المجال الكهربائي
- السعة والمكثفات

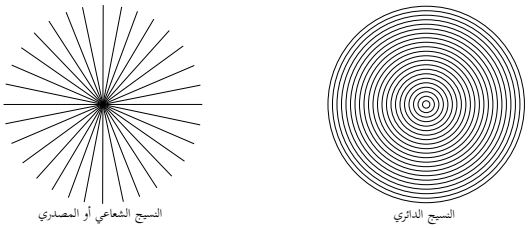
مقدمة

almanahj.com/ae

14.1 المجال الكهربائي

المجال الكهربائي عبارة عن كمية فيزيائية لها مقدار واتجاه عند كل نقطة في الفضاء، وتكون هذه المجالات ثلاثية الابعاد، لكن للتبسيط ترسم في بعدين، ويحتوي رسم كل مجال على ثلاث عناصر:

- مخطط المجال المتجهي: ويمثل بأسهم تختلف في أطوالها والوانها.
- خطوط المجال: وهي خطوط تنحرف بتأثير حقل المجال عند كل نقطة على طول الخط ولا يمكن أن تتقاطع مع بعضها.
- بذور العشب: ويقصد بها نسيج من الاشرطة المتوازية في حقل المجال.[10]



شكل 14.1: نسيج المجال

وعلى الرغم من أننا لا نستطيع تحديد الاتجاه المطلق، إلا أنه يمكننا تحديد الاتجاه النسبي.
مجال الجاذبية الأرضية مثال مشهور على المجالات، حيث يكون اتجاه قوة مجال الجاذبية الأرضية متجها إلى مركز الأرض:

$$\vec{F_g} = -G\frac{Mm}{r^2}\hat{r} \qquad \text{(الأرضية الجاذبية قوة)}$$

$$\vec{g} = \frac{\vec{F_g}}{m} = -\frac{GMm/r^2}{m}\hat{r} = -G\frac{M}{r^2}\hat{r} \qquad \text{(الأرضية الجاذبية مجال)}$$

14.1.0.1 الشحنة الكهربائية

يوجد نوعين من الشحنات الكهربائية: الموجبة والسالبة، ووحدتها كولوم C.
شحنة الإلكترون السالب أو البروتون الموجب:

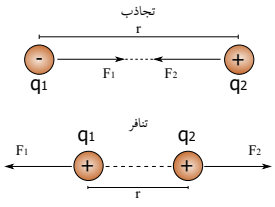
$$\pm e = \pm 1.6 \times 10^{-19} C$$

$$Q = \pm Ne \qquad \text{(الشحنة quantized)}$$

$$n \to p + e^- + \bar{v} \qquad e^+ + e^- \to \gamma + \gamma \qquad \text{(الشحنة conserved)}$$

14.1.0.2 القوة الكهربائية بين الشحنات

قوة تجاذب إذا كانت الشحنات مختلفة.
قوة تنافر إذا كانت الشحنات متشابهة.



شكل 14.2: القوة الكهربائية

14.1.1 ثنائي القطب

الاجسام التي تحوي شحنة كهربائية قد يكون لها قطب واحد مثل كرة تتجمع الشحنات السالبة على سطحها، وقد يكون لها قطبين مثل طرفي بطارية كهربائية، ويسمى الجسم في هذه الحالة ثنائي القطب، وتعمل هذه الأقطاب على تكوين المجالات الكهربائية المحيطة بالشحنة.
ثنائي القطب له قطبين كهربائيين أحدهما سالب والآخر موجب، ويوجد نوعين من ثنائيات القطب:

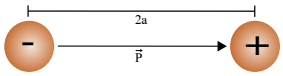
almanahj.com/ae

1. ثنائي قطب فعّال: ينتج الطاقة الكهربائية من مصدر مثل المولد والبطارية.

2. ثنائي قطب غير فعّال: يستهلك الطاقة الكهربائية مثل المقاومات والملفات.

14.1.1.1 عزم ثنائي القطب

يوجد لثنائيات القطب الكهربائية عزم يسمى عزم ثنائي القطب، ويعتمد على الشحنة والبعد بين القطبين.



شكل 14.3: عزم ثنائي القطب

$$\vec{P} = q \times 2a \qquad (14.1$$

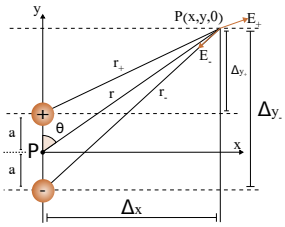
حيث P عزم ثنائي القطب من القطب السالب إلى القطب الموجب، و q الشحنة الكهربائية، و $2a$ المسافة بين مركزي القطبين.

14.1.1.2 تكوين المجال الكهربائي لثنائي القطب

$$\frac{\hat{r}}{r^2} = \frac{\vec{r}}{r^3} = \frac{\Delta x}{r^3}\hat{\imath} + \frac{\Delta y}{r^3}\hat{\jmath}$$

$$E_x = k_e q\left(\frac{\Delta x}{r_+^3} - \frac{\Delta x}{r_-^3}\right) = k_e q\left(\frac{x}{\left[x^2+(y-a)^2\right]^{3/2}} - \frac{x}{\left[x^2+(y+a)^2\right]^{3/2}}\right) \qquad (14.2$$

$$E_y = k_e q\left(\frac{\Delta y_+}{r_+^3} - \frac{\Delta y_-}{r_-^3}\right) = k_e q\left(\frac{y-a}{\left[x^2+(y-a)^2\right]^{3/2}} - \frac{y+a}{\left[x^2+(y+a)^2\right]^{3/2}}\right) \qquad (14.3$$



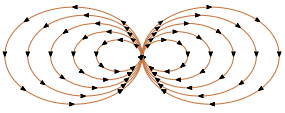
شكل 14.4: مجال ثنائي القطب

ثنائية القطب النقطية

$$r >> a$$

$$E_x \to \frac{3p}{4\pi\varepsilon_0 r^3} sin\theta cos\theta \qquad (14.4$$

$$E_y \to \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^3}(3cos^2\theta - 1) \qquad (14.5$$



شكل 14.5: ثنائية القطب النقطية

14.1.1.3 شدة المجال الكهربائي (E)

هي كمية فيزيائية متجهة تصف القوة التي يؤثر بها مجال كهربائي على شحنة كهربائية.

$$E = \frac{F}{q} \qquad (14.6$$

حيث F شدة المجال الكهربائي، F القوة المؤثرة على الشحنة، q شحنة الاختبار.

almanahj.com/ae

مثال 14.1.67 السؤال

احسب شدة المجال الكهربائي عند شحنة نقطية مقدارها $6\mu C$ تؤثر عليها قوة مقدارها $3N$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=6\times10^{-6}C$ ، $F=3N$

التطبيق: $E=\frac{F}{q}$

$=\frac{3}{6\times10^{-6}}$

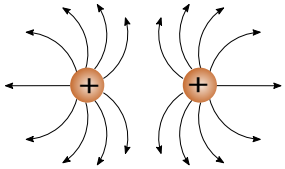
$=5\times10^{5}N/C$

النتيجة: شدة المجال الكهربائي تساوي 5×10^{5} نيوتن / كولوم.

14.1.1.4 شدة مجال الجاذبية (g)

$$g=\frac{F}{m} \qquad (14.7$$

حيث g شدة مجال الجاذبية، F القوة المؤثرة على الشحنة، m كتلة الجسم.



شكل 14.6: شحنتان متشابهتان

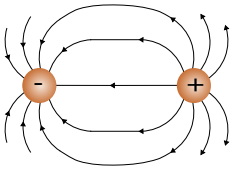
14.1.1.5 قوة المجال الكهربائي على جسيم

$$F=\frac{kQq}{r^2} \qquad (14.8$$

حيث $k=8.987\times10^{9}N.m^2/C^2$.

$$E=\frac{F}{q}=\frac{kQq}{r^2}\times\frac{1}{q}=\frac{kQ}{r^2} \qquad (14.9$$

حيث F قوة المجال الكهربائي، Q الشحنة المتجة عن المجال الكهربائي، q شحنة الجسيم، r المسافة بين مصدر الشحنة والجسيم، k ثابت كولوم، وتكون إشارة Q موجبة إذا كانت اتجاه المجال خارجة من الشحنة، وتكون الاشارة سالبة إذا كان اتجاه المجال داخل إلى الشحنة.



شكل 14.7: شحنتان مختلفتان

وعند وجود أكثر من شحنتين فإن محصلة الشحنات تحسب بالقانون

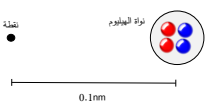
$$\vec{F}=\sum_{i=1}^{N}\vec{F}_i \quad \& \quad \vec{E}=\sum_{i=1}^{N}\vec{E}_i \qquad (14.10$$

مثال 14.1.68 السؤال

أحسب شدة المجال الكهربائي على بعد $0.1nm$ من نواة ذرة الهيليوم؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=1.6\times10^{-19}C$ ، $r=0.1\times10^{-9}m$



التطبيق: شحنة نواة الهيليوم $q=2\times1.6\times10^{-19}$

$=3.2\times10^{-19}C$

حساب شدة المجال الكهربائي

$E=\frac{Kq}{r^2}$

$=\frac{9\times10^{9}\times3.2\times10^{-19}}{(0.1\times10^{-9})^2}$

$=28.8\times10^{10}N/C$

النتيجة: شدة المجال الكهربائي 28.8×10^{10} نيوتن / كولوم.

almanahj.com/ae

14.1.1.6 الطاقة الكهربائية الكامنة بين جسيمين مشحونين

$$PE = \frac{kq_1q_2}{r} \quad (14.11)$$

حيث PE الطاقة الكهربائية الكامنة بين الجسمين، q_1q_2 شحنتي الجسيمين، r المسافة بين مصدر الشحنة والجسيم، k ثابت كولوم.

مثال 14.1.69 السؤال

1- احسب الطاقة الكامنة بين جسيمين مشحونين بشحنة موجبه $q_1=2\mu C$ و $q_2=3\mu C$ والمسافة بينهما $10cm$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q_1=2\mu C$ ، $q_2=3\mu C$ ، $r=0.1m$

التطبيق:

$PE=\frac{kq_1q_2}{r}$

$=\frac{9\times10^9\times2\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{0.1}$

$=0.54J$

النتيجة: الطاقة الكامنة بين الجسمين المشحونين 0.54 جول.

14.1.1.7 فرق جهد الطاقة الكهربائية الكامنة

$$V = \frac{PE}{q} \quad (14.12)$$

حيث V فرق الجهد الكهربائي، PE الطاقة الكهربائية الكامنة، q شحنة الجسيم.

مثال 14.1.70 السؤال

احسب الطاقة الكهربائية الكامنة في سطح يحمل شحنة مقدارها $8nC$ وفرق جهده مع محيطه $150V$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=8\times10^{-9}C$ ، $V=150V$

التطبيق:

$V=\frac{PE}{q}$

$PE=Vq$

$=150\times8\times10^{-9}$

$=1.2\times10^{-6}J$

النتيجة: الطاقة الكهربائية الكامنة 1.2×10^{-6} جول.

14.1.1.8 السعة والمكثفات

$$C = \frac{q}{\Delta V} \quad (14.13)$$

حيث ΔV فرق الجهد الكهربائي، C السعة الكهربائية، q الشحنة.

almanahj.com/ae

مثال 14.1.71 **السؤال**

سطح يحمل شحنة مقدارها $6nC$ وفرق جهده مع محيطه $200V$ ، أحسب السعة الكهربائية من السطح ومحيطه ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=6\times10^{-9}C$ ، $V=200V$

التطبيق:

$$C=\frac{q}{V}$$

$$=\frac{6\times10^{-9}}{200}$$

$$=3\times10^{-11}F$$

النتيجة: السعة الكهربائية تساوي 3×10^{-11} فاراد.

الطاقة المخزنة في المكثف

$$E=\frac{1}{2}QV \qquad (14.14$$

حيث E الطاقة المخزنة في المكثف، V فرق الجهد الكهربائي، Q الشحنة.

مثال 14.1.72 **السؤال**

مكثف شحنته $9.6nC$ وفرق الجهد بين طرفيه $120V$، احسب الطاقة المخزنة فيه ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=9.6\times10^{-9}C$ ، $V=120V$

التطبيق:

$$E=\frac{1}{2}QV$$

$$=0.5\times9.6\times10^{-9}\times120$$

$$=5.76\times10^{-7}J$$

النتيجة: الطاقة المخزنة في المكثف تساوي 5.76×10^{-7} جول.

almanahj.com/ae

14.2 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب الطاقة الكهربائية الكامنة في سطح يحمل شحنة مقدارها $35nC$ وفرق جهده مع محيطه $120V$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $q=35\times10^{-9}C$ ، $V=120V$

التطبيق:

$E=\frac{1}{2}QV$

$=0.5\times35\times10^{-9}\times120$

$=2.1\times10^{-6}J$

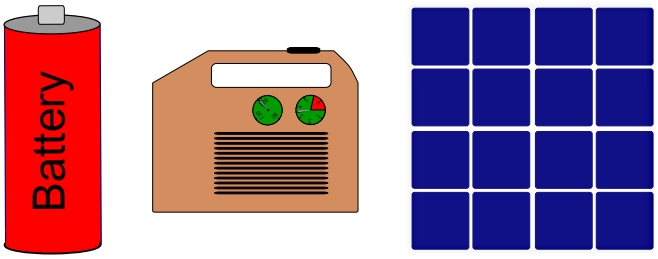
2- ما هي وحدة فرق الجهد الكهربائي ؟

1. ✓ V
2. C
3. N/C
4. N

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

15 التيار المستمر



البطارية المولد الكهربائي الخلايا الشمسية

- مصادر التيار الكهربائي
- التيار الكهربائي والشحنة
- المقاومة الكهربائية

مقدمة

almanahj.com/ae

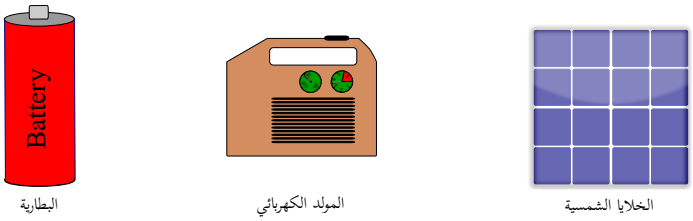
15.1 مصادر التيار الكهربائي

★ ومضة

كان الناس يستخدمون مولدات التيار المستمر،ثم تم اختراع مولدات التيار المتردد فتم الانتقال لها.

يوجد للتيار الكهربائي عدة مصادر أهمها المولدات والبطاريات والخلايا الشمسية، وتنتج هذه المصادر نوعين من التيار الكهربائي:

1. التيار المستمر DC
2. التيار المتردد AC



البطارية — المولد الكهربائي — الخلايا الشمسية

شكل 15.1: من مصادر التيار الكهربائي

إتجاه التيار الكهربائي

- الاتجاه التقليدي للتيار الكهربائي ويكون من القطب الموجب للقطب السالب.
- الاتجاه الفيزيائي للتيار الكهربائي ويكون من القطب السالب للقطب الموجب.

وفي مادة الفيزياء نعتبر أن اتجاه انتقال التيار يكون من القطب الموجب ذي الجهد العالي إلى القطب السالب ذي الجهد المنخفض، ويسير التيار بسرعة تقارب سرعة الضوء.

15.2 القدرة الكهربائية والشغل والتيار

$$P = \frac{W}{t} \qquad (15.1)$$

$$P = VI \qquad (15.2)$$

حيث P القدرة، V فرق الجهد الكهربائي، t الزمن، I شدة التيار الكهربائي، W الشغل

مثال 15.2.73 السؤال

ما مقدار القدرة عندما يكون فرق الجهد $V=6V$ وشدة التيار $I=1.4A$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $V=6V$ ، $I=1.4A$

التطبيق:

$$P = VI$$

$$= 6 \times 1.4$$

$$=8.4W$$

النتيجة: القدرة الكهربائية تساوي 8.4 وات.

15.3 التيار والشحنة

almanahj.com/ae

$$I = \frac{q}{t} \qquad (15.3$$

حيث I شدة التيار، q الشحنة، t الزمن.

مثال 15.3.74 السؤال

إذا كان التيار المنزلي الداخل إلى المنزل $I=9.8A$ خلال زمن $t=3min$ فاحسب الشحنة الكهربائية الداخلة [11]؟

الحل

تعيين المعطيات: $I=9.8A$ ، $t=3min=180s$

التطبيق:

$q=It$

$=9.8\times180$

$=1764C$

النتيجة: الشحنة الكهربائية الداخلة 1764 كولوم.

15.4 المقاومة الكهربائية

$$R = \frac{V}{I} \qquad (15.4$$

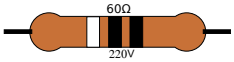
حيث I شدة التيار، V فرق الجهد الكهربائي، R المقاومة الكهربائية.

مثال 15.4.75 السؤال

مقاومة 60Ω وفرق الجهد المؤثر عليها $220V$ ، احسب التيار الخارج؟

الحل

تعيين المعطيات: $R=60\Omega$ ، $V=220V$



التطبيق:

$I=\frac{V}{R}$

$=\frac{220}{60}$

$=3.66A$

النتيجة: التيار الكهربائي الخارج من المقاومة يساوي 3.66أمبير.

15.5 المقاومة النوعية أو المقاومية

$$R = \sigma\frac{L}{A} \qquad (15.5$$

حيث σ المقاومة النوعية أو المقاومية وتنطق سجما، L طول السلك الناقل، A مساحة المقطع العرضي للسلك الناقل، R المقاومة الكهربائية.

شكل 15.2: المقاومة النوعية

almanahj.com/ae

مثال 15.5.76 السؤال

احسب مقاومة سلك من النحاس طوله $20cm$ ومساحة مقطعة $1.5mm^2$ والمقاومة النوعية للنحاس $1.68\times10^{-8}\Omega.m$ ؟

$R=\sigma\frac{L}{A}$

$=1.68\times10^{-8}\times\frac{20\times10^{-2}}{1.5\times10^{-6}}$

$=22.4\times10^{-4}\Omega$

الحل

تعيين المعطيات: $L=20cm=0.2m$ ، $\sigma=1.68\times10^{-8}\Omega$ ، $A=1.5mm^2$

التطبيق:

النتيجة: مقاومة السلك النحاسي تساوي 22.4×10^{-4} أوم.

15.6 القدرة الكهربائية والمقاومة

$$P=VI=IR^2=\frac{V^2}{R} \qquad (15.6$$

حيث P القدرة الكهربائية، V فرق الجهد، I شدة التيار، R المقاومة الكهربائية.

مثال 15.6.77 السؤال

إذا كان لدينا تيار متردد فرق جهده $110V$ يمر بمقاومة مجهولة معطيا قدرة مقدارها $1000W$، احسب المقاومة المستخدمة ؟

$R=\frac{V^2}{P}$

$=\frac{110^2}{1000}$

$=12.1\Omega$

الحل

تعيين المعطيات: $V=110V$ ، $P=1000W$

التطبيق:

النتيجة: المقاومة المجهولة تساوي 12.1أوم.

15.7 الطاقة الكهربائية أو الشغل

$$E_{\text{الطاقة}}=W_{\text{الشغل}}=P.\Delta t \qquad (15.7$$

حيث E الطاقة الكهربائية، W الشغل، P القدرة، Δt الزمن.

مثال 15.7.78 السؤال

احسب الطاقة الكهربائية المارة في المقاومة الموجودة في المثال السابق خلال 40 ثانية ؟

$E=P.\Delta t$

$=1000\times40$

$=40000J$

الحل

تعيين المعطيات: $t=40s$

التطبيق:

النتيجة: الطاقة الكهربائية المارة في المقاومة تساوي 40 كيلوجول.

almanahj.com/ae

15.8 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب مقاومة سلك من النحاس طوله $30cm$ ومساحة مقطعة $2mm^2$ والمقاومة النوعية للنحاس $1.68\times 10^{-8}\Omega.m$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $L=30cm$ ، $A=2mm^2$ ، $\sigma=1.68\times10^{-8}\Omega$

التطبيق:

$$R=\sigma\frac{L}{A}$$

$$=1.68\times10^{-8}\times\frac{30\times10^{-2}}{2\times10^{-6}}$$

$$=2.52\times10^{-3}\Omega$$

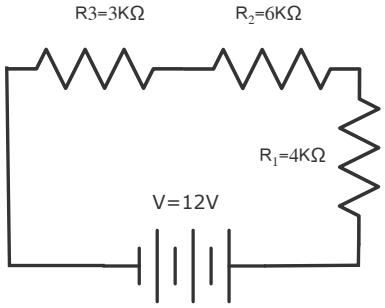
2- ما هي وحدة القدرة الكهربائية ؟

1. N
2. A
3. ✓ W
4. V

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

16 التوصيل على التوالي والتوازي



- التوصيل على التوالي
- التوصيل على التوازي

مقدمة

almanahj.com/ae

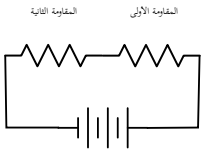
16.1 التوصيل على التوالي

المقاومة الكهربائية هي إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي (الإلكترونات) خلالها.

المقاومات على التوالي

$$R = R_1 + R_2 \Rightarrow R = \sum R_n \qquad 16.1)$$

حيث R المقاومة الكلية في الدائرة، R_1المقاومة الأولى، R_2 المقاومة الثانية.



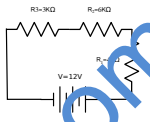
شكل 16.1: على التوالي

مثال 16.1.79 السؤال

احسب المقاومة الكلية في الدائرة التالية: التطبيق:

الحل

تعيين المعطيات:



$$R_{\text{الكلية}} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 4000 + 6000 + 3000$$

$$= 13K\Omega$$

النتيجة: المقاومة الكلية في الدائرة 13 كيلو أوم.

شدة التيار على التوالي

$$I = I_1 = I_2 \qquad 16.2)$$

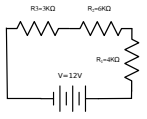
حيث I شدة التيار الكلية في الدائرة، I_1شدة التيار الأولى، I_2 شدة التيار الثانية.

مثال 16.1.80 السؤال

1- احسب التيار الكلي في الدائرة السابقة: التطبيق:

الحل

تعيين المعطيات:



$$I_{\text{الكلي}} = \frac{E_{\text{الكلي}}}{R_{\text{الكلية}}}$$

$$= \frac{12}{13000}$$

$$= 9.2\times10^{-4} A$$

النتيجة: التيار الكلي في الدائرة 9.2×10^{-4} أوم.

فرق الجهد الكهربائي على التوالي فرق الجهد الكهربائي هو الطاقة اللازمة لدفع الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب

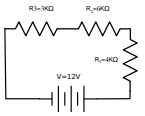
almanahj.com/ae

$$V = V_1 + V_2 \Rightarrow V = \sum V_n \quad (16.3$$

حيث V فرق الجهد الكلي في الدائرة، V_1فرق الجهد الأول، V_2 فرق الجهد الثاني.

مثال 16.1.81 السؤال

1- احسب الجهد الكهربائي على كل مقاومة في الدائرة السابقة:



الحل

تعيين المعطيات:

التطبيق:

$E=IR$

$E_1=9.2\times10^{-4}\times4$

$=3.6\times10^{-3}V$

$E_2=9.2\times10^{-4}\times6$

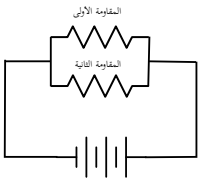
$=5.5\times10^{-3}V$

$E_3=9.2\times10^{-4}\times3$

$=2.7\times10^{-3}V$

16.2 التوصيل على التوازي

فرق الجهد الكهربائي على التوازي



شكل 16.2: على التوازي

$$V = V_1 = V_2 \quad (16.4$$

حيث V فرق الجهد الكلي في الدائرة، V_1فرق الجهد الأول، V_2 فرق الجهد الثاني.

المقاومات على التوازي

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \sum(\frac{1}{R_n}) \quad (16.5$$

حيث R المقاومة الكلية في الدائرة، R_1المقاومة الأولى، R_2 المقاومة الثانية.

مثال 16.2.82 السؤال

1- مقاومتان 6 اوم و 3 اوم وصلتا على التوازي ثم وصل بين طرفيهما المشتركين فرق جهد 12 فولت، احسب المقاومة الكلية لهما؟

الحل

تعيين المعطيات: $R_1=6\Omega$ ، $R_2=3\Omega$ ، $V=12V$

التطبيق:

$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

$\frac{1}{R}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3}$

$R=\frac{6\times3}{6+3}=\frac{18}{9}$

$=2\Omega$

النتيجة: المقاومة الكلية تساوي 2 أوم.

almanahj.com/ae

شدة التيار على التوازي

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = \sum I_n \qquad 16.6)$$

حيث I شدة التيار الكلية في الدائرة، I_1شدة التيار الأولى، I_2 شدة التيار الثانية.

مثال 16.2.83 السؤال

2- من المثال السابق، احسب شدة التيار وشدة التيار المار في كل منهما؟

الحل

تعيين المعطيات: $V=12V$ ، $R_2=3\Omega$ ، $R_1=6\Omega$

التطبيق: شدة التيار:

$$I=\frac{V}{R}$$

$$=\frac{12}{2}=6A$$

شدة التيار المار في كل منهما:

$$I_1=\frac{V}{R_1}$$

$$=\frac{12}{6}=2A$$

$$I_2=\frac{V}{R_2}$$

$$=\frac{12}{3}=4A$$

almanahj.com/ae

16.3 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- مقاومتان 10Ω و 8Ω وصلتا على التوازي ثم وصل بين طرفيهما المشتركين فرق جهد 12 فولت، احسب المقاومة الكلية لهما؟

الحل

تعيين المعطيات: $R_1=10\Omega$ ، $R_2=8\Omega$ ، $V=12V$

التطبيق:

$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

$\frac{1}{R}=\frac{1}{10}+\frac{1}{8}$

$R=\frac{10\times8}{10+8}=\frac{80}{18}$

$=4.44\Omega$

المقاومة الكلية تساوي 4.44 أوم.

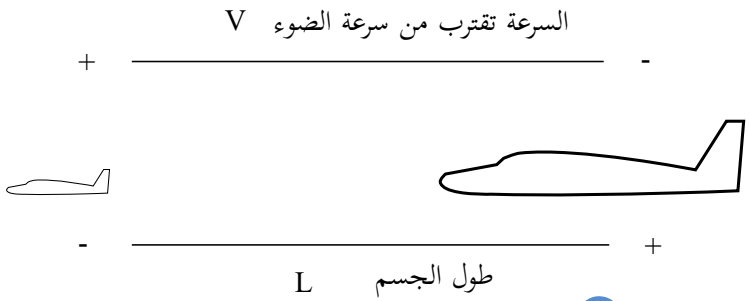
2- ما هي وحدة المقاومة الكهربائية ؟

1. أمبير
2. ✓ أوم
3. فولت
4. كولوم

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

17 النظرية النسبية



- النظرية النسبية الخاصة
- النظرية النسبية العامة

مقدمة

almanahj.com/ae

وضعت النظرية النسبية على يد العالم الالماني - الامريكي أينشتين عام 1905 م، وتوضح بعض الظواهر الفيزيائية بالنسبة لراصدين بينهما حركة نسبية خطية منتظمة، لقد كانت بداية النظرية الكهرومغناطيسية على يد ماكسويل في العام 1864م، والذي توصل إلى أن الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من مجالين كهربائي (E) ومغناطيسي (H) متعامدين[5] ويمثلان بالمعادلتين التفاضليتين:

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} = c^2.\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} \qquad \frac{\partial^2 H_Z}{\partial t^2} = c^2.\frac{\partial^2 H_Z}{\partial x^2} \qquad (17.1$$

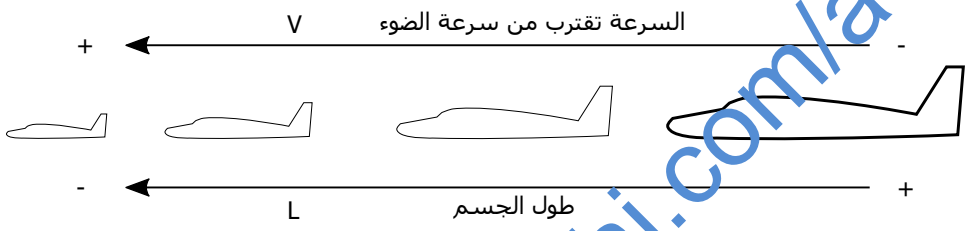
حيث سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ $c=1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$، و معامل النفاذية المغناطيسية في الفراغ $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}N/A^2$ والنفاذية الكهربائية في الفراغ $e_0=8.85\times10^{-12}F/m$.

17.0.0.1 النظرية النسبية الخاصة

وهي مبنية على فرضيتين:

1. سرعة الضوء في الفراغ لها نفس القيمة في جميع المجموعات الاحداثية المتحركة بالنسبة لبعضها بسرعة منتظمة.
2. القوانين الطبيعية واحدة في جميع المجموعات الاحداثية المتحركة بسرعة منتظمة بالنسبة لبعضها.[3]

الطول في النسبية يقل الطول أو ينكمش الجسم بناء على النظرية النسبية كلما زادت سرعته بالنسبة لراصد يتحرك حركة خطية منتظمة في اتجاه موازي لاتجاه الحركة.

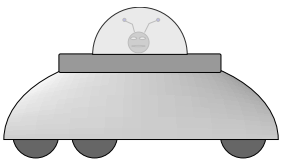


شكل 17.1: الطول في النسبية

$$L = L_o.\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad (17.2$$

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad (لورنتز معامل$$

حيث L الطول المشاهد، L_0 الطول الحقيقي، v سرعة الجسم، c سرعة الضوء.



شكل 17.2: مركبة فضائية

مثال 17.0.84 السؤال

مركبة فضائية طولها في حالة السكون $L_0=5m$ وكتلتها $m_0=1000kg$، احسب طولها عندما تسير بسرعة $v=2.5\times10^8 m/s$؟

الحل

تعيين المعطيات: $L_0=5m$ ، $m_0=1000Kg$ ، $V=2.5\times10^8 m/s$

التطبيق:

$$L=L_o.\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$=5\times\sqrt{1-\frac{(2.5\times10^8)^2}{(3\times10^8)^2}}$$

$$=2.7639m$$

النتيجة: طول المركبة الفضائية بالنسبة للراصد 2.76 متر.

almanahj.com/ae

الزمن في النسبية يتباطأ الزمن أو يتمدد بناء على النظرية النسبية كلما زادت سرعته بالنسبة لراصد يتحرك حركة خطية منتظمة في اتجاه موازي لاتجاه الحركة.

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (17.3)$$

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (\text{لورنتز معامل})$$

حيث $\Delta t'$ التغير في الزمن النسبي، Δt التغير في الزمن عند السكون، v سرعة الجسم، c سرعة الضوء.

الكتلة في النسبية تزداد كتلة الجسم بناء على النظرية النسبية كلما زادت سرعته

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (17.4)$$

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (\text{لورنتز معامل})$$

حيث $\Delta t'$ التغير في الزمن النسبي، Δt التغير في الزمن عند السكون، v سرعة الجسم، c سرعة الضوء.

مثال 17.0.85 السؤال

من المثال السابق احسب كتلة المركبة عند نفس السرعة؟

الحل

تعيين المعطيات: $L_0=5m$ ، $m_0=1000Kg$ ، $V=2.5\times10^8 m/s$

التطبيق:

$$m=\frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$=\frac{1000}{\sqrt{1-\frac{(2.5\times10^8)^2}{(3\times10^8)^2}}}$$

$$=1809.0681kg$$

النتيجة: كتلة المركبة عند هذه السرعة 1809.06 كيلوجرام.

تكافؤ الكتلة والطاقة توصل العالم ليبديف في عام 1894م إلى أن الموجات الكهرومغناطيسية تملك كمية حركة خطية في اتجاه انتشارها، وتساوي E/c ، وجاء اينشتين من بعده وبنى على ذلك قانونه الشهير الذي يربط بين الطاقة والكتلة، الذي استنتجه من تجربة الصندوق التخيلي المشهورة.

$$E = mc^2 \quad (17.5)$$

حيث E الطاقة، m كتلة الجسم، c سرعة الضوء.

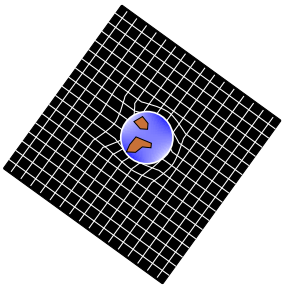
17.0.0.2 النظرية النسبية العامة

وهي مبنية على مبدأين:

1. مبدأ التكافؤ: وينص على عمومية السقوط الحر أي أن جميع الاجسام تسقط بنفس المعدل في مجال الجاذبية بغض النظر عن كتلتها وتركيبتها المادية.
2. مبدأ التوافق: أن القوانين الفيزيائية يجب أن تتوافق، أي أنها لا تتغير أو تتعارض مع تغير نوع الاحداثيات الزمانية والمكانية المستخدمة، ويتحقق ذلك باستخدام الممددات.[3]

almanahj.com/ae

ويرى أينشتاين في نظريته النسبية العامة أن حركة الكواكب في مدارات دائرية مثل كواكب المجموعة الشمسية ناتجة عن انحناء الزمكان.



شكل 17.3: انحناء الزمكان

almanahj.com/ae

17.1 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1-مركبة فضائية طولها في حالة السكون $L_0=35m$ وكتلتها $m_0=5000kg$، احسب طولها ثم كتلتها عندما تسير بسرعة $v=2.7\times10^8 m/s$؟

الحل

تعيين المعطيات: $L_0=35m$ ، $m_0=5000Kg$ ، $v=2.7\times10^8 m/s$

التطبيق:

$$L=L_o\cdot\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$=35\times\sqrt{1-\frac{(2.7\times10^8)^2}{(3\times10^8)^2}}$$

$$=15.2561m$$

$$m=\frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$m=\frac{5000}{\sqrt{1-\frac{(2.7\times10^8)^2}{(3\times10^8)^2}}}$$

$$=11470.7867Kg$$

2- احسب طاقة الكتلة الساكنة للالكترون، حيث كتلة الالكترون $m_0=9.1\times10^{-31}kg$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $m_0=9.1\times10^{-31}kg$

التطبيق:

$$E=mc^2$$

$$=9.1\times10^{-31}\times(3\times10^8)^2$$

$$=8.19\times10^{-14}J$$

3- ما هي وحدة الكتلة النسبية ؟

1. ✓ kg
2. N/m
3. m
4. N

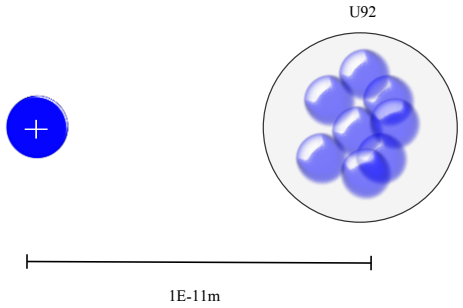
4- سرعة الضوء في الفراغ، بمرور الوقت ؟

1. تزيد
2. تقل
3. ✓ تبقى ثابته
4. احيانا تقل واحيانا تزيد

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

18 الفيزياء الذرية



- الكتلة الذرية
- نصف العمر النشط
- قانون الطاقة لاينشتاين

مقدمة

almanahj.com/ae

18.0.0.1 وحدات الكتلة الذرية

وحدة الطاقة الذرية

$$1eV = 1.6 \times 10^{-19} J \quad (18.1)$$

وحدة الكتلة الذرية

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} kg = 931.494 MeV \quad (18.2)$$

كتلة البروتون $1.00728u$

كتلة النيوترون $1.00866u$

كتلة جسيم الفا (2برتون+2نيوترون) $4.00153u$

حجم النواة

$$r = r_0 A^{\frac{1}{3}} \quad (18.3)$$

حيث r نصف قطر النواة، r_0 ثابت يساوي $1.2 \times 10^{-15} m = 1.2 fm$ ، Aالعدد الكتلي.

مثال 18.0.86 السؤال

احسب نصف قطر ذرة الكربون C_6^{12}؟ [7]

الحل

تعيين المعطيات: $A=12$ ، $r_0=1.2\times10^{-15}$

التطبيق: $r=r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$=1.2\times10^{-15}\times\sqrt[3]{12}$

$=2.747\times10^{-15} m$

النتيجة: نصف قطر ذرة الكربون يساوي 2.747×10^{-15} متر.

طاقة الالكترون

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \quad (18.4)$$

حيث n عدد الكم الرئيسي.

مثال 18.0.87 السؤال

احسب طاقة الكترون ذرة الهيدروجين؟

الحل

تعيين المعطيات: $E_1=13.6eV$ ، $n=1$

التطبيق: $E_n=\frac{E_1}{n^2}$

$=\frac{-13.6}{1^2}$

$=13.6eV$

النتيجة: طاقة الكترون ذرة الهيدروجين تساوي 13.6 الكترون فولت.

18.0.0.2 معادلة ريذرفورد لتناثر الجسيمات

ويستخدم لحساب جسيمات الفا المتناثرة من نواة عنصر مشع.

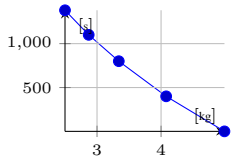
almanahj.com/ae

$$N_\theta = \frac{N_i n L Z^2 K^2 e^4}{4r^2 K E^2 sin^4(\theta/2)} \quad (18.5)$$

18.0.0.3 معادلة عمر النصف النشط

$$N = N_0 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}} = N_0 e^{\frac{-0.693t}{T_{1/2}}} \quad (18.6)$$

حيث N الكتلة النشطة، N_0الكتلة الاصلية، $T_{1/2}$ عمر النصف النشط، t الزمن الذي مضى.



شكل 18.1: عمر النصف

مثال 18.0.88 السؤال

حسب الكتلة النشطة المتبقية من $5kg$ من اليورانيوم $U-239$ بعد مرور $20min$ حيث عمر النصف له $23min$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $N_0=5Kg$ ، $t=20min=1200s$ ، $T_{1/2}=23min=1380s$

التطبيق:

$$N=N_0 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

$$=5\times 2^{(\frac{-20\times 60}{23\times 60})}$$

$$=2.7366kg$$

النتيجة: الكتلة النشطة المتبقية تساوي 2.7366 كيلوجرام.

18.0.0.4 قانون الطاقة لاينشتاين

$$E = mc^2 \quad (18.7)$$

حيث E الطاقة الناتجة، m الكتلة، c سرعة الضوء.

almanahj.com/ae

18.1 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- احسب الكتلة النشطة المتبقية من $4kg$ من اليورانيوم $U-239$ بعد مرور $40min$ حيث عمر النصف له $23min$ ؟

الحل

تعيين المعطيات: $N_0=4Kg$ ، $t=40min=2400s$ ، $T_{1/2}=1380min=1380s$

التطبيق:

$N=N_0 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$

$=4\times 2^{(\frac{-40\times 60}{23\times 60})}$

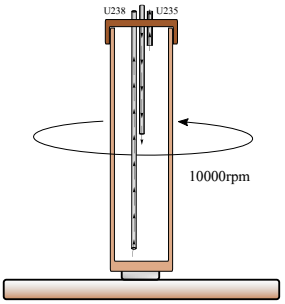
$=1.1982kg$

2- كم جولا تساوي وحدة الطاقة الذرية ؟

1. 1.6×10^{-19} ✓
2. 6.1×10^{-19}
3. 1.6×10^{-9}
4. 6.1×10^{-9}

almanahj.com/ae

19 المفاعلات النووية



- المواد المشعة
- تخصيب اليورانيوم
- المفاعلات الذرية

مقدمة

almanahj.com/ae

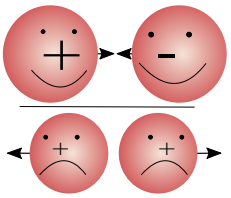
19.0.1 الذرة

قبل أن نبدأ في الحديث عن المفاعلات الذرية، يحسن بنا أن نستذكر بعض المعلومات الأساسية التي سبق وأن درسناها أو قرأناها، مثل الذرة وتركيبها.

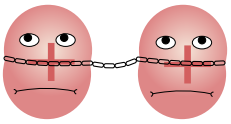
الذرة تتكون من نواة والكترونات تدور حولها، النواة موجبة الشحنة لاحتوائها على البروتونات الموجبة ⊕، أما النيوترونات فهي متعادلة الشحنة. الإلكترونات ⊖ سالبة الشحنة وتوجد خارج النواة. البروتونات والنيوترونات متساوية تقريبا في الكتلة، بينما الإلكترونات أصغر منهما بكثير.

الشحنات المختلفة تتجاذب، والشحنات المتشابهة تتنافر، لكن ما الذي يجعل البروتونات متجاورة داخل النواة إذا كانت متنافرة، فجميع البروتونات موجبة ومتشابهة في الشحنة؟!

يوجد بين البروتونات طاقة ربط نووية تمنعهم من الابتعاد عن بعضهم، وتتغلب هذه القوة على قوة التنافر بينهم، ورغم كبرها إلا أن تأثيرها لا يتعدى $4\times10^{-15}m$ ، ويمكن حسابها بالقانون:



شكل 19.1: الشحنات



شكل 19.2: طاقة الربط

$$B_E = [(Zm_p + Nm_n) - M_x] \times 0.931 \qquad (19.1)$$

حيث B طاقة الربط، Z عدد البروتونات، N عدد النيوترونات، m_p و m_n كتلتي البروتون والنيترون، M_x كتلة النواة، ووحدة الطاقة الالكترون فولت.

	الرمز	الكتلة	الشحنة
البروتون	p	$1.672621637\times10^{-27}kg$	$1.602176487\times10^{-19}C$
النيوترون	n	$1.67492729\times10^{-27}kg$	0

جدول 19.1: النيوكلونات

عند كسر قوة الربط النووية بين النيوكلونات[1]، تخرج طاقة ضخمة نشاهدها في الانفجارات النووية، وهذه الطاقة هي الكنز الذي تبنى من أجله المفاعلات النووية، لكن كيف نكسر هذه الروابط وهي قوية جداً؟!، في الحقيقة أن علماء الفيزياء يستعينون بصديق لكسر هذه الروابط، إن هذا الصديق هو قوة التنافر بين البروتونات، فهذا التنافر يزداد بزيادة عدد البروتونات (العدد الذري) داخل النواة. وعندما يصل العدد إلى مقدار معين، يصبح التنافر شديدا إلى درجة أن النيوكلونات تبدأ بالتفلت من النواة، وتسمى المادة في هذه الحالة بالعنصر المشع، مثل اليورانيوم والبلوتونيوم. إن إنفلات النيوكلونات من النواة في العناصر المشعة يكون بمعدل ثابت، حسب قانون عمر النصف الذي سبق شرحه في الفصل السابق، إن معدل التحلل قد يكون سريعا في بعض العناصر وبعضها بطيء جداً.

⋆ طرفة علمية

أقوى قوة ربط نووية في الطبيعة توجد في نواة عنصر الحديد.

19.0.2 المواد المستخدمة في المفاعلات الذرية

الماء الثقيل D_2O هو مادة تشبه الماء العادي إلا أنها تختلف عنه في عدة أشياء:

الماء الثقيل	الماء العادي
D_2O	H_2O
يحتوي ذرتي ديتيريوم	يحتوي ذرتي هيدروجين
درجة تجمده 3 مئوي	درجة تجمده 0 مئوي
درجة غليانه 101 مئوي	درجة غليانه 100 مئوي
يتواجد في البحار والمحيطات	يتواجد في كل مكان
لا يصلح للشرب	يصلح للشرب
لا يصلح للزراعة	يصلح للزراعة

جدول 19.2: الماء الثقيل

⋆ هدف وجداني

للأسف! قنبلتي هيروشيما وناجازاكي قتلت أكثر من 200 الف رجل ومرأة وطفل، وعدد غير محدد من الحيوانات.

البلوتونيوم هو عنصر يوجد كمنتج ثانوي في مفاعلات اليورانيوم، فبعد استهلاك طاقة الوقود النووي يتم استبداله بوقود جديد، وتجرى عمليات كيميائية للوقود المستهلك لاستخراج مادة البلوتونيوم، والتي تستخدم بالدرجة الأولى في صنع القنابل الذرية، لكن يستخدم أيضا كوقود لبعض المفاعلات النووية، وينتج البلوتونيوم من اليورانيوم وفق التفاعل التالي:

[1] النيوكلون هو البروتون أو النيوترون.

almanahj.com/ae

$$U_{92}^{238} + n_0^1 \rightarrow U_{92}^{239} - n_0^1 \rightarrow Np_{93}^{239} - n_0^1 \rightarrow Pu_{94}^{239} \quad 19.2)($$

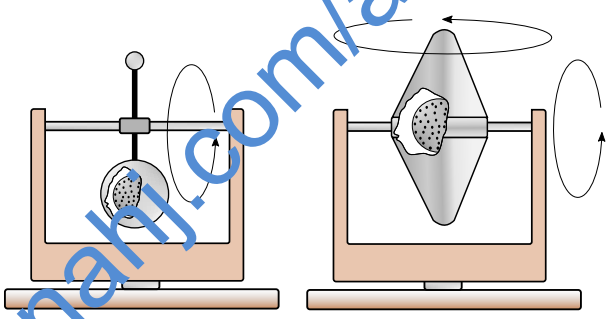
فيتحول اليورانيوم 238 إلى يورانيوم 239 بعد اصطدام النيوترون بنواته، ثم يحدث تحلل بيتا لنواته وتفقد نيوترون وتكتسب بروتون فيصبح عنصر النيوبيوم، ثم يحدث تحلل بيتا فيتحول النيوبيوم إلى بلوتونيوم.

اليورانيوم لقد وجد العلماء أن اليورانيوم من أفضل العناصر التي يمكن استخدامها في المفاعلات النووية، لكن من أين نحصل على اليورانيوم ؟ وكيف نستخدمه ؟

اليورانيوم U_{92}^{238} هو العنصر المشع المستخدم في غالبية المفاعلات النووية، ويتميز بأنه العنصر المشع الأكثر توفرا في الطبيعة، ويوجد عادة في صخر البتشبلند(اليورانينيت)، وقد تم استخلاص اليورانيوم منه على يد العالم الالماني يوهانجورجنستات عام 1789م، ويتكون اليورانيوم بعد استخلاصه من نوعين من اليورانيوم U_{238} ونسبته 99.284% وهو نوع رديء والنوع الثاني U_{235} ونسبته 0.711% وهو النوع الممتاز لكن نسبته منخفضه جدا، ولهذا حاول العلماء فرز النوعين واستخراج النوع الممتاز U_{235} حيث تعطي نواة ذرة اليورانيوم $U235$عند انشطارها $200MeV$، إلا أن المشكلة التي واجهتهم هي تشابه الإثنين في اللون والشكل، والتفاعلات الكيميائية، ولهذا كان الفصل الكيميائي مستحيل، لذا لجأوا للطرق الفيزيائية، ولم ينجحوا في فرزهما تماما، وإنما استطاعوا تقليل نسبة اليورانيوم الرديء، ورفع نسبة اليورانيوم الممتاز، ولهذا سموا العملية بالتخصيب وليس الفرز.

19.0.3 تخصيب اليورانيوم

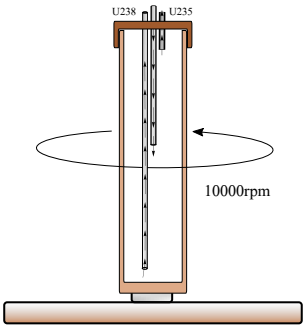
طرق تخصيب اليورانيوم (الفرز) من الأقدم للأحدث



شكل 19.3: التخصيب بالانتشار

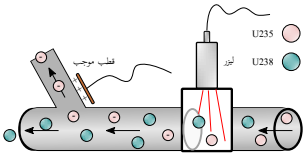
almanahj.com/ae

1- طريقة الانتشار: هي الطريقة الأقدم وتعمل على فكرة تطبيق قانون جراهام، ونجحت هذه الطريقة لكن ليس بنسبة عالية. قانون جراهام ينص على أن معدل تدفق الغازات يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية للغازات $\frac{R_1}{R_2}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ ، أي أننا إذا بخرنا سداسي فلوريد اليورانيوم عند درجة $56.54°c$، ومررنا الغاز من خلال جدار مسامي فإن تدفق الغاز U_{235}(ذو الكتلة المولية الأصغر $235.0439g$) أكبر من تدفق اليورانيوم الأخر (ذو الكتلة المولية الأكبر $238.0289g$)، فإذا جمعنا الغاز الخارج من المسامات وكثفناه، فإننا نحصل على يورانيوم يحتوي على $U235$ بتركيز أعلى، وإذا كررنا العملية مرات ومرات، سنجعل تركيز اليورانيوم $U235$ يصل إلى الحد اللازم لتشغيل المفاعل النووي.



شكل 19.4: التخصيب بالطرد المركزي

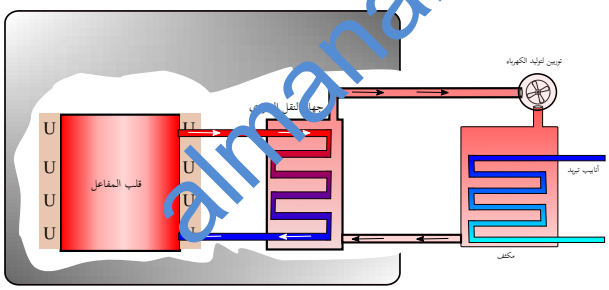
2- طريقة الطرد المركزي: وهي طريقة تعتمد على الكثافة، فحين نضع الزيت والماء معا في إناء، يطفو الزيت على الماء، لأن كثافة الزيت أقل من كثافة الماء. يتم تمرير غاز سداسي فلوريد اليورانيوم إلى اسطوانة عمودية تدور حول محورها بسرعة بين $10000-20000r/min$ ، فينفصل اليورانيوم U_{235} ويصعد لأعلى الاسطوانه لأنه الاخف، ويخرج من أنبوب في أعلى الاسطوانة، وينزل اليورانيوم U_{238} لأنه الأثقل ويخرج من أنبوب في اسفل الاسطوانة. لكن لأن نسبة اليورانيوم U_{235} منخفضة جدا، يخرج معه بعض من اليورارنيوم U_{238} ، ولهذا يمرر الغاز الخارج من الانبوب العلوي إلى جهاز آخر للتخلص من اليورانيوم U_{238}ثم جهاز ثالث ورابع، وقد يصل الصف الواحد إلى 100 جهاز طرد مركزي، إلى أن تصل نسبة اليوارنيوم $U235$ للحد المطلوب.



شكل 19.5: التخصيب بالتأين بالليزر

3- طريقة التأين بالليزر: وتقوم فكرة هذه الطريقة على أن الأيونات السالبة أو الموجبة تنجذب للأقطاب الكهربائية المخالفة لها في الشحنة، فيتم تسليط شعاع ليزر بتردد معين على بخار خليط اليورانيوم، بحيث يؤدي هذا التردد إلى تأين أحد نوعي اليورانيوم، ثم وضع أنبوب فرعي متفرع من الأنبوب الرئيسي، ويوضع خارج الأنبوب الفرعي قطب كهربائي مخالف لشحنة أيون اليورانيوم، وهكذا سيجعل النوع المتأين يندفع إلى الأنبوب الفرعي، بينما يستمر النوع الأخر في الأنبوب الرئيسي، وبهذا يفصل النوعين عن بعضهما، وهي أدق وأحدث طريقة لكن لا توجد عنها معلومات تفصيلية منشورة.

بعد تخصيب اليورانيوم برفع نسبة اليورانيوم $U235$ في الخليط من 0.7% إلى 4% على الأقل للمفاعلات الذرية و 15% على الأقل للقنابل الذرية، يتم تشكيل اليورانيوم على شكل اسطوانات صغيرة ، وتختلف كتلة اليورانيوم اللازمة للمفاعل بإختلاف حجمه ونسبة التخصيب، فكلما زادت نسبة التخصيب قلت الكتلة المطلوبة، فعلى سبيل المثال الكتلة الحرجة للقنبلة النووية التي تحتوي يورانيوم بتخصيب 15% هي $600kg$ بينما نسبة التخصيب 95% تخفض الكتلة الحرجة إلى $20kg$ تقريبا.



شكل 19.6: المحطة النووي

19.0.4 المحطة النووية

محطة الطاقة النووية تتكون من مفاعل نووي أو أكثر، ويتم توليد الكهرباء فيها باستخدام الحرارة الناتجة من المادة المشعة داخل المفاعل، وفي الغالب تستخدم مادة اليورانيوم، تتكون المحطة النووية عادة من جزءين رئيسيين:

1- المفاعل النووي

وهو المبنى الذي يحتوي:

قلب المفاعل

وهو خزان يحتوي على مادة ناقلة للحرارة، مثل الماء الثقيل، أو الصوديوم أو .. ، وتوضع المادة المشعة في المفاعل على شكل أنابيب معدنية مصنوعة من مادة الزركونيوم[2]، ويملأ كل أنبوب باليورانيوم، ثم تدخل الأنابيب في قلب المفاعل، المفاعلات المتوسطة تحتوي 30 - 100 طن يورانيوم، وتستبدل خلال سنتين تقريبا، وهذا يتوقف على مستوى تخصيب اليورانيوم المستخدم، وعلى كثافة تشغيل المفاعل.

[2]لأنه لا ينصهر إلا عند 1855 درجة مئوية، ولا يتفاعل مع النيوترونات.

almanahj.com/ae

جهاز النقل الحراري

وهو جهاز مكون من خزان تخترقه انابيب تنقل سائل قلب المفاعل في حركة ترديديه، وتقوم هذه الأنابيب بتسخين المادة الموجودة في خزان النقل الحراري دون أن تلامسها (لمنع الاشعاع)، ثم يدفع السائل الساخن في الخزان إلى محطة توليد الكهرباء. وفائدة جهاز النقل الحراري هي نقل الحرارة من قلب المفاعل إلى محطة توليد الكهرباء بدون إشعاع.

2- محطة توليد الكهرباء

وتتكون من خزان ماء تخترقه انابيب تحتوي على مادة ساخنة جدا، قادمة من المفاعل، وتعود إليه في حركة مستمرة، لجعل الماء في حالة غليان مستمر، ويخرج من هذه الخزان انبوب يحمل البخار المضغوط إلى توربين مولد الكهرباء، فتتحرك زعانفه منتجة الكهرباء.

19.0.5 أنواع المفاعلات الذرية

لا يوجد تقسيم واحد لأنواع المفاعلات النووية، فالبعض يقسمها حسب الغرض منها، إلى مفاعلات أبحاث ومفاعلات إنتاج الطاقة، والبعض يصنفها حسب نوع المادة المبردة، مثل مفاعل الماء العادي، ومفاعل الماء الثقيل، ومفاعل الرصاص، ومفاعل الصوديوم، كما قد تصنف حسب الحجم إلى صغيرة ومتوسطة وكبيرة.

لكن الاتجاه الآن يميل لإنتاج قلوب مفاعل مصغرة تسمى بطاريات نووية، وتأتي جاهزة من المصنع وبعضها يكون صغير وبحجم الثلاجة مثل مفاعلات الرصاص، وتعمل على مبدأ ركب شغل وافصل ادفن.

19.0.6 النفايات النووية

للمواد المشعة أضرار خطيرة على الكائنات الحية، من الموت، إلى تشوه الأجنة، إلى الطفرات الجينية، لهذا يتم التعامل بحذر مع النفايات النووية (اليورانيوم المستهلك)، فيتم أولا إجراء بعض العمليات الكيميائية عليه، لاستخلاص البلوتونيوم لانتاج القنابل النووية، أو إعادة استخدامه كوقود نووي في المفاعل، ثم يتم عزل اليورانيوم المستهلك بالزجاج المنصهر، وصبه في قوالب معدنية أو إسمنتيه، بعدها توضع في موقع التخزين الذي يكون عادة تحت الأرض.

almanahj.com/ae

19.1 التدريبات

التدريبات عدد من الأسئلة للمراجعة

1- توضع المادة المشعة داخل المفاعل في أنابيب مصنوعة من:

1. الحديد
2. الزركونيوم ✓
3. النحاس
4. الفضة

2- المادة المشعة الأكثر استخداما في المفاعلات الذرية:

1. الفرانشيوم
2. الراديوم
3. البلوتونيوم
4. اليورانيوم ✓

3- اليورانيوم المستخرج من الأرض يحتوي على $U235$ بنسبة أكبر من $U238$:

1. صح
2. خطأ ✓

4- إن معدل تدفق الغازات من غشاء مسامي يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية للغازات :

1. صح
2. خطأ ✓

5- احسب كمية اليورانيوم $U235$ التي يستهلكها مفاعل ذري قدرته 500×10^6W وكفاءته 25% ؟

الحل

تعيين المعطيات: $E_{U235}=200MeV$

التطبيق: طاقة انشطار ذرة $U235$ بالجول

$$E=200\times10^6eV\times1.6\times10^{-19}$$

$$=32\times10^{-12}J$$

طاقة الخرج 25%

$$=32\times10^{-12}\times0.25=8\times10^{-12}J$$

عدد الانشطارات (الأنوية) المطلوبة في الثانية واليوم (اليوم 86400 ثانية)

$$=\frac{\text{القدرة}}{\text{طاقة الخرج}}$$

$$=\frac{500\times10^6}{8\times10^{-12}}=62.5\times10^{18}/s$$

$$=62.5\times10^{18}\times86400$$

$$=54\times10^{23}/day$$

كتلة اليورانيوم المستهلكة في اليوم

$$=\frac{\text{عدد الانشطارات}}{\text{عدد أفوغادرو}}\times\text{عدد الكتلة}$$

$$=\frac{54\times10^{23}}{6.02\times10^{26}}\times235$$

$$=39.03\times10^{-3}Kg$$

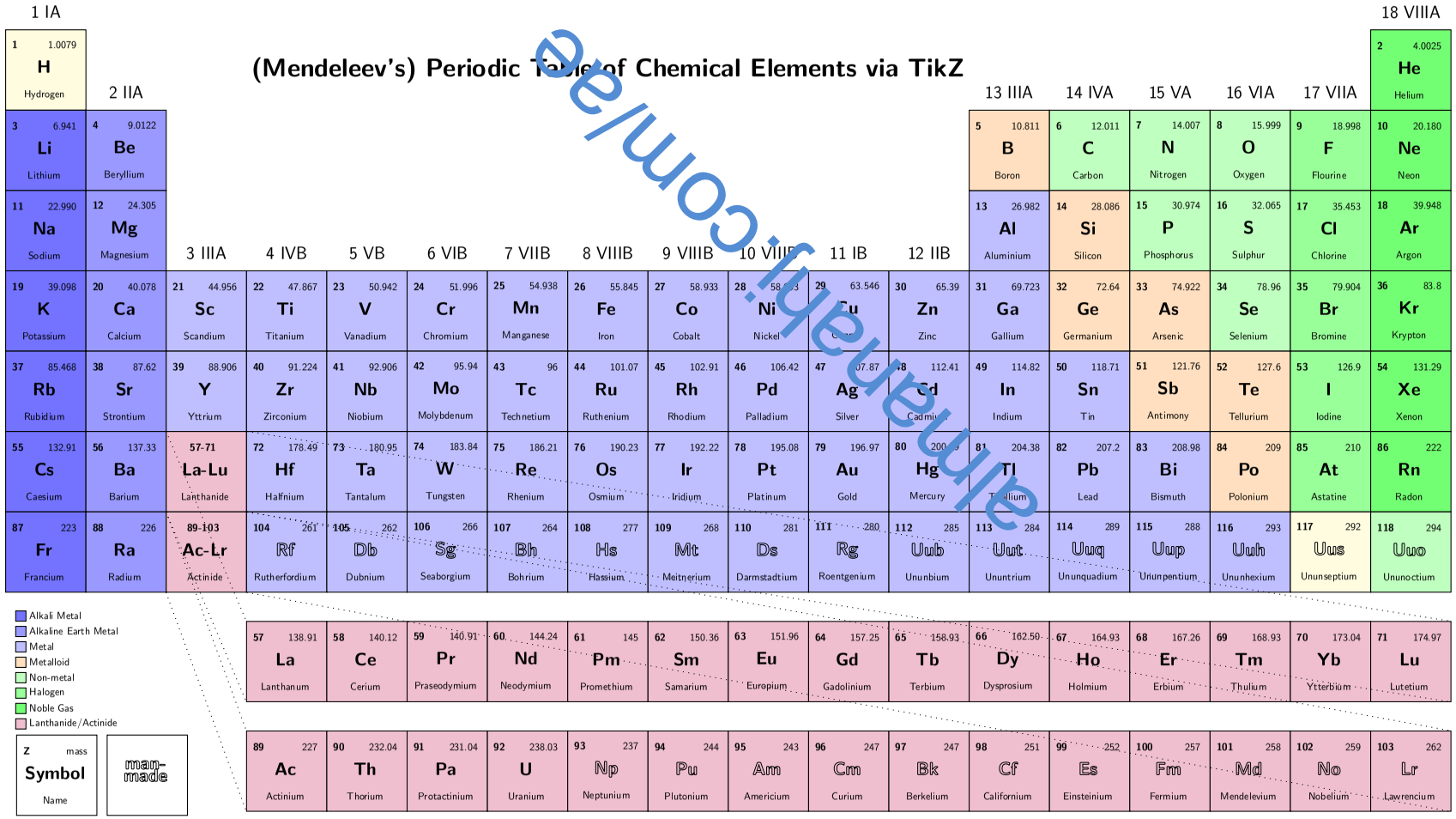
كمية اليورانيوم المستهلكة منخفضة لأننا أفترضنا كفاءة تشغيل عالية

almanahj.com/ae

20 ملحقات

20.0.1 الجدول الدوري للعناصر

almanahj.com/ae



almanahj.com/ae

20.1 بايثون للفيزيائيين

بايثون هي لغة برمجة عالية المستوى تستخدم على نطاق واسع من قبل علماء الفيزياء في العالم، نظرا لقوتها وسهولتها بالنسبة للغة سي وجافا، ويستخدمها العلماء لاجراء الحسابات المتنوعة وحل المسائل المعقدة، وحفظ واسترجاع البيانات، وتتميز بأنها مدعومة على جميع أنظمة التشغيل، بالاضافة إلى احتوائها حزمة math للتعامل مع جميع الحسابات الرياضية تقريبا.

وتستخدم في التعامل مع الروبوتات، وبناء البرامج البسيطة وكذلك المعقدة، وينصح الفيزيائيين بتعلم اساسياتها، ولهذا تستخدم في ناسا وكثير من مراكز الابحاث، لكن لا ينصح بالتركيز عليها وحدها للطالب الذي يرغب التخصص في البرمجة لأن شركات البرمجة تبحث عن المتخصصين في الجافا و C++ ، أما بقية اللغات فيعتبرونا نقاط قوة لكن ليست اساسية، لكن هذا لا يعني أنها ضعيفة، انها قوية لكنها ليست الأولى.

لأهمية البايثون للفيزيائيين، تم إضافة هذا الملحق لشرح بعض الأمور الاساسية في البايثون، والتي تساعد الفيزيائي على حل بعض المسائل، إن الانترنت تحتوي على عدد كبير من الكتب المجانية التي تعلم البايثون وبعضها باللغة العربية، لكن تذكر دائما أن قيامك بحل المسائل بشكل يدوي يرسخ وينمي إتقانك لحل المسائل الفيزيائية، لا تقم ابدا بالاعتماد الكلي على الحاسب الحالي في حل المسائل، لأنك ستفقد مهاراتك بالدريج وربما تصل لنسيان القوانين، لكن استخدم البايثون عندما يكون وقتك ضيقا، أو تحتاج لتطبيق قانون معين على عدد كبير من الحالات، واخيرا للرسوم البيانية المعقدة.

تركيب البايثون

يمكن تركيب البايثون من موقعها python.org ويفضل بشدة تركيب الاصدار الاخير من بايثون 3 وليس بايثون 2 القديمة.

لكتابة أكود البايثون نحتاج لمحرر، توجد الكثير من برامج التحرير المجانية، لكن اشهرها pycharm ويستخدمه أكثر من 50% من مبرمجي بايثون (لبرامج الهاتف أو الأجهزة التي تحتوي شاشات لمس ينصح بتركيب برنامج kivy ايضا فهو يسهل عملية صنع واجهة البرامج ودعم شاشات اللمس) ، وتوجد محررات أخرى.

من أهم أنواع المتغيرات في بايثون

- الاعداد الحقيقية float وهي الاعداد التي بها فواصل عشرية او اسس مثل 3.14 أو 3.2×10^{-12}.
- الاعداد الصحيحة int هي الاعداد التي لا تحتوي على فواصل عشرية مثل 1013 أو 8 .
- النصوص str هي النصوص.

والفاصلة تكتب دائما نقطة (9.8) وليس (9,8).

```
retnikt tropmi
2 = m
8.9 = a
a*m = F
```

ولطباعة القيم:

```
* tropmi htam morf
(m) tnirp
(a) tnirp
(F) tnirp
("netweN ", F, " = ecrof eht") tnirp
```

لجعل العملية متقدمة أكثر يمكننا فتح نافذة صغيرة نكتب فيها المعطيات:

```
* tropmi htam morf
((" reh m etirw ") tupni) taolf = m
((" reh a tupni ") tupni) taolf = a
a*m = F
(F, " = ecroF ") tnirp
```

في المثال السابق استخدمنا input للطلب من المستخدم كتابة الكتلة، وغلفناه ب float لكي يتم تحويل اي رقم يكتب إلى عدد حقيقي قابل للاستخدام.

العمليات الحسابية

العمليات الحسابية تكتب بالطريقة العادية في الجمع والطرح والضرب والقسمة:

```
* tropmi htam morf
b + a
```

almanahj.com/ae

```
b - a
b * a
b / a
```

الشئ المختلف هو إشارة // وتعني ناتج القسمة بدون باق (حذف الباق)، وكذلك % وتعني الباق فقط،، والأس يكتب ** ، ويجب أن لا نخلط بين إشارة يساوي == وإشارة القيمة = التي تساوي بين المتغير وقيمته.

```
* morf htam tropmi
2//9 = a
2%9 = b
2**4 = c
(c, b, a) tnirp
```

ستكون قيمة a=4 بينما b=1 وقيمة c=16 .

كتابة المعادلات:

قانون نيوتن الثاني $F=ma$ يكتب هكذا $F=m*a$

قانون الحركة الخطية $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ يكتب هكذا $x=v0*t+0.5*a*t**2$

يمكن للتسهيل، أن نكتب المساواة بين أكثر من قيمة في سطر واحد مثل:

```
* tropmi htam morf
9, 2, 3 = c, b, a
```

وتعني a=9 و b=2 و c=9 .

بعض العمليات الرياضية الأخرى:

tan	log
asin	10log
sinh	exp
sqrt	sin
pi	cos

انشاء دالة لحل مسألة حسابية

لماذا ننشيء دالة لحل معادلة؟! بينما الآلات الحاسبة متوفرة، الأدوية منها والمدمجة في الهواتف أو الحواسيب، ببساطة للحفاظ على الوقت، فبعض المعادلات طويلة، وبعض المسائل تتطلب التعويض في عدة قوانين إلى أن نصل للحل النهائي، تخيل أن طالبا أو باحثا يكرر تجربة في المختبر، وتتطلب نتائج التجربة التعويض في قانون معين كل مرة.

إن التعويض في قانون بسيط مثل $F=ma$ ربما لن يشكل مشكلة كبيرة، ولكن ماذا إذا كنا نريد التعويض في قانون طويل مثل قانون حساب الضغط:

$$P = P_0.(1 - \frac{L.h}{T_0})^{\frac{g.M}{R.L}}$$

لنبدأ بإنشاء دالة صغيرة ثم دالة أعقد، لنفرض أننا نريد إنشاء دالة لحساب قانون نيوتن:

```
fed f(a,m):
(a*m) tnirp
```

```
f(3,4)
```

الدالة تبدأ دائما بثلاثة حروف هي def ويليها مسافة ثم اسم الدالة (أي اسم نختاره)، ويفضل أن يكون للاسم ارتباط بما نريد، لكي يسهل علينا مراجعة الكود، في المثال السابق اخترنا f لأنني سنحسب القوة، بين القوسين نضع رموز المتغيرات، لكن لا نكتب رموز الثوابت كتسارع الجاذبية الارضية، وبعدها رمز النقطتين الرأسية (:) ثم ننقر على زر الادخال enter ، وسنلاحظ أن السطر الجديد لم يبدأ من أول السطر، وإنما بعد أربعة مسافات من السطر الذي قبله، ثم نكتب print أي أظهر على الشاشة (وليس اطبع بالطابعة)، ونكتب قوسين بينهما المعادلة، أخيرا لكي نحسب القوة في مسألة ما، نكتب $f(3,4)$ ونستبدل 3 بالكتلة و 4 بالتسارع المعطى في السؤال.

كيف نكتب معادلة بها 3 متغيرات ؟ ، بنفس الطريقة السابقة، لكن نضيف رمز المتغير الثالث داخل اسم الدالة، مثال قانون الحركة الأول:

almanahj.com/ae

```
:( t , a , 0v ) fv  fed
( t * a + 0v ) tnirp

( 02 , 5 , 2 ) fv
```

كتابة الجذر في معادلة يحتاج استيراد math والعملية سهله:

```
htam  tropmi
:( h ) gv  fed
18.9  =  g
(( h * g * 2) trqs . htam  %" f2.% " ) tnirp
( 99 ) gv
```

الجديد في المثال السابق هو استخدام الجذر sqrt و الأمر "%.2f"% يعني إذا كان الناتج به فاصلة، إعرض أول خانتين فقط، وإذا اردنا 3 خانات نكتب $3f$ وهكذا، اما إذا رغبنا بحذف كل ما بعد الفاصلة نكتب صفر $0f$ ، ويمكن استبدال حرف fبحرف e لكتابة النتيجة بالصيغة العلمية، أو g لجبر الكسر، أي اكمال العدد العشري لعدد صحيح، أو d لحذف ما بعد الفاصلة [9].

الكود	النتيجة
"%.2f"%	12.79
"%.2e"%	1.27e+01
"%.2g"%	13
"%.2d"%	12

لنفرض أن لدينا قانون له متغيرين، ويكون أحدهما مجهول في مسالة، والآخر يكون مجهولا في مسألة أخرى، بدلا من أن اكتب دالة لكل مسالة، أكتب دالة للحالتين.

```
:( h , gv ) gv  fed
18.9  =  g
:'' == gv  fi
(( h * g * 2) trqs . htam  %" f2.% " ) tnirp
:'' == h  file
(((( g * 2) / 2 ** gv )  %  " f2.% " ) tnirp
( 99 , '' ) gv
( '' , 05 ) gv
```

قانون حساب سرعة السقوط الحر يحتوي على متغيرين vg و h وهما السرعة والارتفاع، بالاضافة لثابت تسارع الجاذبية الارضية g ، ولأنه ثابت لم نضعه مع المتغيرات بين القوسين، إن الدالة تقول: الدالة اسمها vg وتحتوي على متغيرين هما vg و h ، يوجد ثابت اسمه g وقيمته 9.81 ، وإذا كانت قيمة السرعة vg المعطاة من قبل المستخدم للدالة ، تساوي '' أي مجهولة : احسب واطبع النتيجة باستخدام صيغة المعادلة التالية واذا كانت النتيجة تحتوي على فاصلة فاطبع أول خانتين فقط، أما إذا كان الارتفاع h مجهول فاحسب واطبع النتيجة باستخدام الصيغة الثانية... الخ، أخيرا لاستخدام الدالة نكتب $vg(,''99)$ إذا كانت السرعة مجهولة، و $vg(50,'')$ إذا كان الارتفاع مجهول.

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

قائمة الأشكال

1.1 نيوتن الثاني 14
1.2 قانون نيوتن الثالث 14
1.3 السرعة 15
1.4 القانون الاول 16
1.5 القانون الثاني 16
1.6 السقوط الحر[6] 16
1.7 السقوط الحر 17
1.8 السقوط الحر 17
1.9 آلة آتوود 18
1.10 المقذوفات[6] 18
1.11 المسافة الافقية في المقذوفات 18
1.12 تدريبات 1-5 20

2.1 الشمس والارض 22
2.2 الزوايا 22
2.3 الراديان 22
2.4 اتجاه التسارع الزاوي 23
2.5 العزم 25
2.7 $\tau = FrCos\theta$ 25
2.6 $\tau = FrSin\theta$ 25
2.8 اشارة العزم 25
2.9 التوازن[6] 26
2.10 مركز الكتلة 26
2.11 حدوة الفرس 26
2.12 مركز الكتلة 26
2.13 أكره الباب 28
2.14 تدريبات 2-5 28

3.1 الدفع - الزخم 31
3.2 زاوية محصلة الزخم 32

4.1 الشغل 36
4.2 شغل الحقيبة 36
4.3 كفاءة الدراجة 38

5.1 طاقة الوضع 42
5.2 طاقة الوضع المرونية 43
5.3 قانون حفظ الطاقة 44

6.1 كمية الحرارة 48
6.2 طرق التدفق الحراري 48
6.3 ماء ساخن 48
6.4 الحرارة النوعية والسعة الحرارية 49
6.5 حالات المادة 49
6.6 البلازما[6] 49
6.7 القانون الاول للديناميكا الحرارية[4] 50

almanahj.com/ae

6.8 الثلاجة 51

7.1 انتظام الذرات 54
7.2 بويل 55
7.3 خطر الانفجار 55
7.4 قوة التماسك والتلاصق 56
7.5 قوة التماسك والتلاصق 57
7.6 مبدأ أرخميدس 57
7.7 مبدأ برنولي 58
7.8 خطوط الانسياب 59
7.9 تمدد المواد الصلبة 59
7.10 ثيرموستات[1] 60
7.11 التمدد الحجمي 60

8.1 قانون هوك 64
8.2 السرعة - السعة 65
8.3 البندول 65
8.4 الموجات السطحية[6] 65
8.5 الطول الموجي 66

9.1 أنواع الموجات 70
9.2 الميكروفون 70
9.3 الموجات الصوتية 71
9.4 تأثير دوبلر 71
9.5 الشوكة الرنانة[1] 72
9.6 الأعمدة الهوائية المغلقة 72
9.7 الأعمدة الهوائية المفتوحة 73
9.8 الصنومتر 73
9.9 سونار 73

10.1 أنواع الأسطح 76
10.2 الاستضاءة 77
10.3 الوان الطيف للون الأبيض 77

11.1 السطوح غير المصقولة 82
11.2 قانون الانعكاس الاول 82
11.3 انكسار الضوء 82
11.4 الزاوية الحرجة 83
11.5 المنشور 83
11.6 أنواع العدسات 84
11.7 رسم الصورة 84
11.8 العين 86
11.9 تطبيقات على العدسات 86
11.10 أنواع المرايا 88
11.11 رسم الصورة في المرآة المقعرة 88
11.12 مرآة مصباح الطبيب 90
11.13 فرق الطور 91
11.14 الانبعاث المستحث 91
11.15 انتاج الليزر 92
11.16 الباركود 92

12.1 الاهداب 96
12.2 تجربة يونج 96

almanahj.com/ae

12.3 التداخل في الأغشية 96
12.4 حيود الشق الأحادي 97
12.5 محزوز الحيود 98
12.6 معيار ريليه 98

13.1 قانون كولوم 102

14.1 نسيج المجال 106
14.2 القوة الكهربائية 106
14.3 عزم ثنائي القطب 107
14.4 مجال ثنائي القطب 107
14.5 ثنائية القطب النقطية 107
14.6 شحنتان متشابهتان 108
14.7 شحنتان مختلفتان 108

15.1 من مصادر التيار الكهربائي 114
15.2 المقاومة النوعية 115

16.1 على التوالي 120
16.2 على التوازي 121

17.1 الطول في النسبية 126
17.2 مركبة فضائية 126
17.3 انحناء الزمكان 128

18.1 عمر النصف 133

19.1 الشحنات 136
19.2 طاقة الربط 136
19.3 التخصيب بالانتشار 137
19.4 التخصيب بالطرد المركزي 137
19.5 التخصيب بالتأين بالليزر 138
19.6 المحطة النووي 138

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

قائمة الجداول

2.1 وحدات الحركة الزاوية 22
2.2 وحدات الحركة الدورانية 27

3.1 إشارات الزخم 31
3.2 زاوية محصلة التصادم 32
3.3 إشارات الموقع بعد التصادم 33
3.4 وحدات الزخم وحفظه 33

4.1 وحدات الشغل والطاقة 38

5.1 وحدات الطاقة وحفظها 44

6.1 وحدات الطاقة الحرارية 51

7.1 وحدات حالات المادة 60

9.1 تردد الرنين في الانابيب المغلقة 72
9.2 تردد الرنين في الانابيب المفتوحة 73

10.1 الاستضاءة 76

11.1 صفات الصور في العدسات 84
11.2 حالات تكون الصور في العدسات المحدبة 85
11.3 حالات تكون الصور في العدسات المقعرة 86
11.4 إشارات القانون العام للعدسات والمرايا 86
11.5 قيم تكبير العدسة 87
11.6 صفات الصورة 88
11.7 حالات تكون الصور في المرايا المقعرة 89
11.8 حالات تكون الصور في المرايا المحدبة 90
11.9 إشارات القانون العام للعدسات والمرايا 90
11.10 قيم تكبير العدسة 90

12.1 تداخل الضوء المترابط 96

19.1 النيوكلونات 136
19.2 الماء الثقيل 136

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

الفهرس

ا

الأغشية الرقيقة, 96

الإزاحة الزاوية, 22

الإلكترونات, 102

الاتزان, 26

الاتزان الحراري, 48

الاستضاءة, 76

الاستقطاب, 77

الانعكاس, 82

الانكسار, 82

الڤاتوود, 17

السرعة الزاوية, 22

ت

التداخل, 96

التدفق الضوئي, 76

التردد, 66

التسارع, 15

التسارع الزاوي, 23

التصادم, 31

التصادمات, 44

التمدد الحجمي, 60

التمدد الطولي, 59

التوصيل على التوازي, 121

التوصيل على التوالي, 120

ح

حفظ الطاقة, 43

خ

خطوط الانسياب, 59

د

الدفع, 30

درجة الحرارة, 48

دوبلر, 77

ذ

الذرة, 102

ر

معادلة ريذرفورد, 132

معيار ريليه, 98

ز

الزاوية الحرجة, 83

الزخم, 30

الزمن الدوري, 66

س

السرعة, 15

سرعة الضوء, 77, 82

سرعة الموجة, 66

سعة الإهتزازة, 66

ض

الضوء المترابط, 96

ط

الطاقة الحركية, 36, 42

الطاقة المخزنة, 42

الطاقةالكهربائية, 116

الطفو, 57

الطور, 66

الطول الموجي, 66

طاقة الالكترون, 132

طاقة الوضع السكونية, 43

طاقة الوضع المرونية, 43

طاقة وضع الجاذبية, 42

ع

العدسات المحدبة, 84

العدسات المقعرة, 85

العزم, 25

ب

البندول, 65

باسكال, 57

برنولي, 58

بويل, 54

ش

الشحنات, 102

الشغل, 36

شارل, 55

شدة الإضاءة, 76

شدة المجال الكهربائي, 107

شبه الموصلات, 102

ف

الفائدة الميكانيكية, 38

الفائدة الميكانيكية المثالية, 38

نموذج فيرمي, 132

ق

القانون العام للغازات, 55

القدرة, 37

القدرة الكهربائية, 114, 116

almanahj.com/ae

القوى داخل السوائل, 56
قانون الغاز المثالي, 56
ك
الكفاءة, 38
كمية الحرارة, 48
ل
الليزر, 91
م
المجال الكهربائي, 106
المرايا المحدبة, 89
المرايا المقعرة, 88
المقاومة الكهربائية, 115
المقاومة النوعية, 115
المقذوفات, 18
المنشور, 83
الموائع, 54
محزوز الحيود, 98
مركز الكتلة, 26
مصدر التيار الكهربائي, 114
ن
النابض, 64
قوانين نيوتن, 14
نصف العمر النشط, 133
هـ
هوك, 64
و
وحدة الطاقة الذرية, 132
وحدة الكتلة الذرية, 132
ي
تجربة يونج, 96

almanahj.com/ae

المصطلحات

الاتزان الحراري balance thermal

الازاحة الزاوية displacement angular

الاستقطاب Polarization

البكرة Pulley

التردد frequency

التسارع accleration

التسارع الزاوي acceleration angular

التصادم collision

التصادم المرن collision elastic

التوازي Circuit Parallel

التوالي Circuit Series

الحركة mechanics

الدفع impulse

الديناميكا dynamics

الزخم momentum

السرعة speed

السرعة الزاوية velocity angular

الشغل work

الضغط الجوي pressure atmospheric

الطاقة الحركية energy kinetic

الطاقة الحركية energy kinetic

العزم torque

الفائدة الميكانيكية advantage mechanical

الفائدة الميكانيكية المثالية advantage mechanical ideal

القدرة power

القصور الذاتي inertia

الكفاءة efficiency

almanahj.com/ae

الليزر Laser

المقذوفات projectile

الموائع fluids

انكماش الطول Contraction Length

بذور العشب Seeds Grass

ثنائي القطب الكهربائي Dipoles Electric

حجم الذرة size Nuclear

حيود الشق الأحادي diffraction slit single

خطوط المجال Lines Field

درجة الحرارة temperature

رد الفعل reaction

سرعة آلة اتوود velocity machine Atwood

طاقة الوضع المرونية energy potential elastic

كمية الحرارة energy thermal

محزوز الحيود grating diffraction

مخطط المجال المتجهي Diagram Field Vector

مركز الكتلة mass of center

معادلة ريذرفورد formula scattering Rutherford

نصف العمر النشط Half-Life Radioactive

طاقة الالكترون Energies Electron

وحدة الطاقة الذرية unit Energies Nuclear

وحدة الكتلة الذرية uint masses Atomic

almanahj.com/ae

المصادر

[1] موقع ويكيبيديا. مجاني ومفتوح المصدر.

[2] د.نضال الرشيدات. ديناميكا حرارية.

[3] د.ابراهيم ناصر. النظرية النسبية.

[4] فكرة الرسم من موقع وكالة ناسا.

[5] عبد الرحمن فكري و محمد العدوي. النظرية النسبية.

[6] licene. 3 creative with github in images siyavula

[7] نخبة من الأساتذة. مبادىء الفيزياء. الدار الدولية للنشر والتوزيع, 1997.

[8] كتيب الفيزياء الدورانية - الفصل9. جامعة كلورادو ucc, 2016.

[9] Python. With Physics Computation ar Ayars. Eric Dr. University State California .2013

[10] ocw.mit.edu. المشروع المفتوح لمعهد ماساتشوستس للتقنية.

[11] physicshelp.ca. PhysicsEH.

[12] wolfweb.unr.edu. موقع ذئب الانترنت. جامعة نيفادا.

almanahj.com/ae