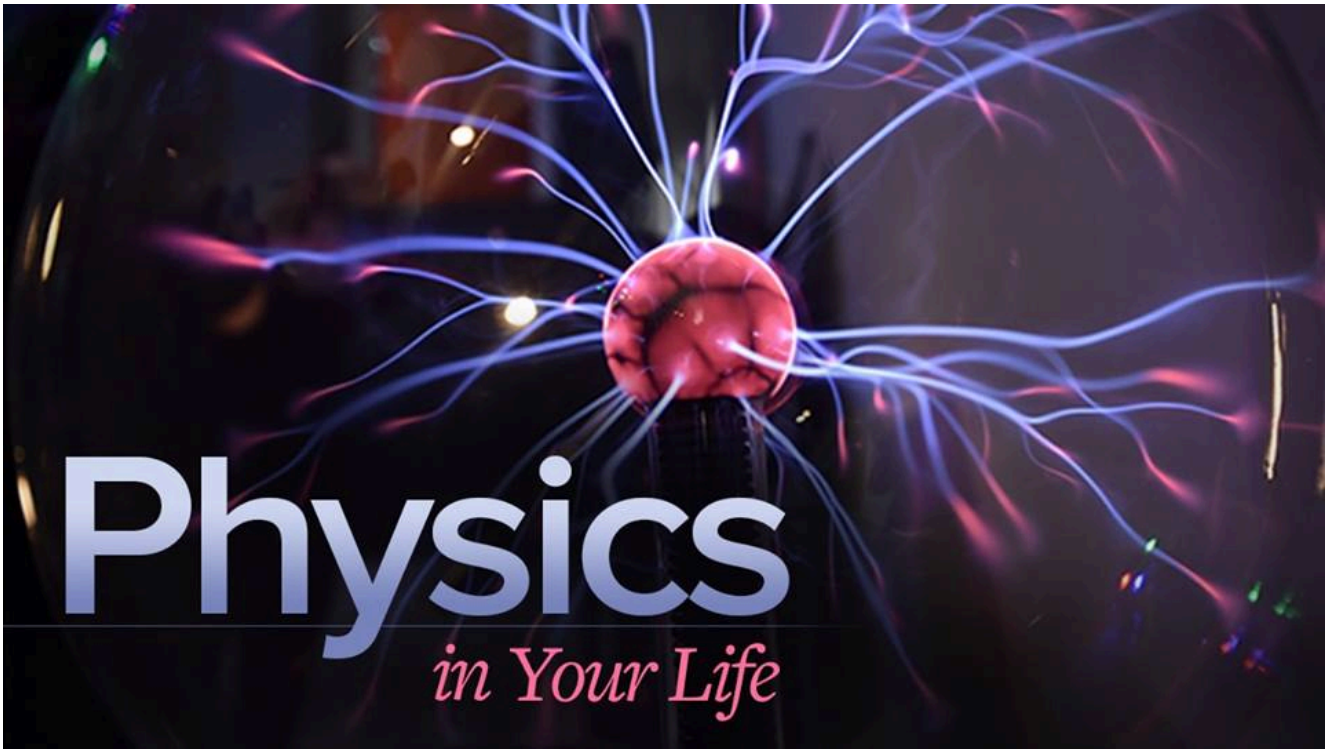


الفصل الأول

مدخل إلى علم الفيزياء

/https://www.facebook.com/Physics-Way-585234978576403

Mr. Ahmed Zine

الرياضيات والفيزياء

علم الفيزياء " فرع من فروع العلم يُعنى بدراسة العالم الطبيعي (الطاقة والمادة) ، وكيفية ارتباطهما "

إهتمامات علم الفيزياء : يهتم علماء الفيزياء بدراسة .

١ – طبيعة حركة الإلكترونات والصواريخ .
٢- الطاقة في الموجات الضوئية والصوتية وفي الدوائر الكهربائية .
٣ – تركيب المادة بدءاً بالإلكترون وانتهاءاً بالكون .

مجالات عمل علماء الفيزياء : يعمل دارسو الفيزياء في مجالات ومهن عديدة منها .

١ – باحثين في الجامعات والكليات . ٢- في المصانع ومراكز الأبحاث . ٣- الفلك .
٤- الهندسة . ٥- علم الكمبيوتر . ٦- التعليم .
٧- الصيدلة . ٨- الأعمال التجارية والمالية باستخدام مهارات حل المشكلات .

أهمية الرياضيات في الفيزياء تستخدم باعتبارها لغة قادرة على التعبير عن القوانين والظواهر الفيزيائية بشكل واضح ومفهوم .

المعادلة الرياضية : " أداة مهمة لنمذجة المشاهدات ووضع التوقعات لتفسير الظواهر الفيزيائية المختلفة "

ملاحظة هامة : يجب التحقق من أن الإجابة منطقية من الناحية الرياضية ، وكذلك تتوافق مع خبراتنا الحياتية .

تمارين على استخدام الرياضيات في الفيزياء

١ – وصل مصباح كهربائي مقاومته **50 Ω (ohms)** في دائرة كهربائية مع بطارية فرق جهدها **9 volts** ما مقدار التيار الكهربي المار خلال المصباح ؟ علماً بأن فرق الجهد الكهربي **V** يساوي حاصل ضرب شدة التيار الكهربي **I** في المقاومة الكهربية **R** أي أن : **(V= I × R)** . (**0.18 A**)

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

٢ - يُحسب الضغط **p** المؤثر على سطح ما بقسمة مقدار القوة **F** على مساحة السطح **A** حيث (**P = F/A**) فإذا أثر رجل يقف على الأرض ووزنه **520 N** بضغط مقداره **32500 N/m²** ما مساحة نعلي الرجل ؟
(**0.016 m²**)

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

٣ - يُحسب الضغط **p** المؤثر على سطح ما بالعلاقة (**P = F/A**) حيث **F** القوة العمودية وتقاس بوحدة **N** ، **A** مساحة السطح وتقاس بوحدة m^2 ، وقد حسب طالب باستخدام هذه المعادلة الضغط على قدميه فكانت إجابته **33400 m^2/N** ، هل توافق على هذه الإجابة ؟ ولماذا ؟

.....

٤- أراد طالب أن يحسب وزنه باستخدام العلاقة **F = mg** وحصل على إجابة تفيد بأن وزنه **5 N** ، هل توافق على هذه الإجابة ؟ ولماذا ؟ (اعتبر **g = 10 m/s^2**) .

.....

٥- أعد كتابة المعادلة **F = Bqv** للحصول على **v** بدلالة كلاً من **B , q , F** .

.....

.....

٦ - تُعبر العلاقة التالية عن قانون الجذب الكوني **$F = G m_1 m_2 / r^2$** ، احسب قيمة الثابت **G** .

.....

.....

٧ – يريد أحد الطلبة حساب تسارع الجاذبية الأرضية بوحدة m/s^2 فصعد إلى قمة مبنى ، وأسقط حجراً وقاس الزمن ، وباستخدام المعادلة **$d = ½ at^2$** قام بحساب التسارع ، أعد كتابة المعادلة بحيث تُعطي قيمة التسارع **a** بدلالة المسافة **d** والزمن **t** .

.....

.....

٨- تُحسب القوة المؤثرة على شحنة تتحرك في مجال مغناطيسي من العلاقة **F = Bqv** حيث **F** القوة المؤثرة بوحدة $kg.m/s^2$ ، **q** الشحنة بوحدة A.s ، **v** السرعة بوحدة **m/s** ، **B** كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة **T** (**tesla**) ، ما وحدة **T** معبراً عنها بالوحدات أعلاه ؟ (**$kg / A . S^2$**)

.....

.....

.....

.....

.....

٩- يُعبر عن مقدار قوة جذب الأرض للجسم بالعلاقة **F = mg** حيث **m** كتلة الجسم ، **g** التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية (**$g = 9.8 m/s^2$**) .

(أ) – أوجد القوة المؤثرة في جسم كتلته **41.63 kg** . (**$408 kg . m / s^2$**)

.....

.....

(ب) – إذا كانت القوة المؤثرة في جسم هي **$632 kg . m / s^2$** ، فما كتلة هذا الجسم ؟ (**64.5 kg**)

.....

.....

.....

١٠- ترتبط القوة F مع الكتلة m والتسارع a من خلال العلاقة الرياضية $F = ma$ ، فإذا كانت القوة تقاس بوحدة N ، والتسارع بوحدة m/s^2 أجب عن الأسئلة الآتية :

(أ) – استنتج وحدة قياس الكتلة m .

.....

.....

(ب) – احسب مقدار الكتلة m لجسم يتسارع بمقدار $4\ m/s^2$ عندما تؤثر فيه قوة مقدارها $64\ N$.

($16\ N.S^2/m$)

.....

.....

تحديد المتغيرات

المتغير : " هو أي معامل قد يؤثر في نتيجة التجربة " ، ويوجد نوعين من المتغيرات هما :

١- **المتغير المستقل :** " هو العامل الذي يُغير أو يُعدل خلال التجربة "

٢- **المتغير التابع :** " العامل الذي يعتمد على المتغير المستقل (يتغير تبعاً له) "

مثال : في تجربة لدراسة أثر الكتلة المعلقة في نابض على طوله ، فإن المتغير المستقل هو الكتلة والمتغير التابع هو طول النابض ، وتكون نتائج التجربة كما بالجدول التالي ، والممثلة بالرسم البياني المقابل له .

طول النابض المقابل لكتل مختلفة	
طول النابض (cm)	الكتلة المعلقة على النابض (g)
13.7	0
14.1	5
14.5	10
14.9	15
15.3	20
15.7	25
16.0	30
16.4	35

خط التطابق الأفضل : " هو أفضل نموذج للتنبؤ مقارنة بالنقاط المفردة التي تحدد هذا الخط "

س / حدد المتغير المستقل والمتغير التابع في التجارب الموضحة بالجدول التالي :

التجربة	المتغير المستقل	المتغير التابع
تغير النشاط الإشعاعي لعنصر مشع بتغير الزمن		
تغير الاحتكاك بتغير الوزن المؤثر		
تغير المجال المغناطيسي بتغير البعد عن المغناطيس		
أثر تغير درجة الحرارة على حجم الغاز داخل بالون		

القياس

القياس : " هو مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية "

النظام الدولي للوحدات (SI)

هو نظام يتضمن وحدات قياس متفق عليها عالمياً ، ويضم سبع كميات أساسية .

الكميات الأساسية : " هي الكميات الفيزيائية التي حُددت وحداتها باستخدام القياس المباشر ، معتمدة على وحدات معيارية لكل من الطول والزمن والكتلة ، محفوظة بدائرة الأوزان والمقاييس بمدينة ليون بفرنسا "

الكميات الأساسية ووحدات قياسها في النظام الدولي		
الكمية الأساسية	الوحدة الأساسية	الرمز
الطول length	meter	m
الكتلة mass	kilogram	Kg
الزمن time	second	s
درجة الحرارة temperature	Kelvin	K
كمية المادة amount of substance	mole	mol
التيار الكهربائي electric current	ampere	A
شدة الإضاءة luminous intensity	candela	cd

الشكل 6-1 : الوحدات المعيارية للكيلوجرام والمتر موضحة في الصورة ويعرّف المتر المعياري بأنه المسافة بين إشارتين على قضيب من البلاتينيوم والأريديوم، ولما كانت طرق قياس الزمن أدق من طرق قياس الطول فإن المتر يعرّف بأنه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ في $\frac{1}{299792458}$ ثانية.

الكميات المشتقة : " هي الكميات الفيزيائية التي يمكن اشتقاق وحدات قياسها من وحدات قياس الكميات الأساسية بطرائق مختلفة " وتشمل جميع الكميات الفيزيائية عدا الكميات الأساسية .

ملاحظة هامة :

للتحويل بين وحدات النظام الدولي نضرب أو نقسم على الرقم 10 مرفوعاً إليه قوة ملائمة ، كما في جدول البادئات المقابل .

البادئات المستخدمة مع وحدات النظام الدولي				
البادئة	الرمز	المضروب فيه	القوة	مثال
femto -	f	0.000000000000001	10^{-15}	femtosecond (fs)
pico -	p	0.000000000001	10^{-12}	picometer (pm)
nano -	n	0.000000001	10^{-9}	nanometer (nm)
micro -	μ	0.000001	10^{-6}	microgram (μg)
milli -	m	0.001	10^{-3}	milliamps (mA)
centi -	c	0.01	10^{-2}	centimeter (cm)
deci -	d	0.1	10^{-1}	deciliter (dL)
kilo -	k	1000	10^{3}	kilometer (km)
mega -	M	1000,000	10^{6}	megagram (Mg)
giga -	G	1000,000,000	10^{9}	gigameter (Gm)
tera -	T	1000,000,000,000	10^{12}	terahertz (THz)

تحليل الوحدات :

" هو التعامل مع الوحدات باعتبارها كميات جبرية " ويستخدم في إيجاد معامل التحويل .

معامل التحويل :

" هو معامل ضرب يساوي واحداً صحيحاً "

تمارين على الكميات الأساسية والكميات المشتقة

١- أي الكميات الفيزيائية الآتية أساسية وأيها مشتقة :

الكمية الفيزيائية	القوة	السرعة	الزمن	الضغط	الكتلة	درجة الحرارة	الوزن	شدة الإضاءة
أساسية								
مشتقة								

٢- أي وحدات القياس الآتية أساسية وأيها مشتقة :

وحدة القياس	A.s	m	mol	N	cd	m/s	N/m^2	kg
أساسية								
مشتقة								

تمارين على تحليل الوحدات

حول كلاً مما يأتي :

١ - 3500 mm إلى m . (**3.5 m**)	٢ - 0.3 kg إلى g . (**300 g**)
٣ - 5×10^{10} ns إلى s . (**50 s**)	٤ - 700 mA إلى KA . (**7×10^{-4} KA**)
٥ - 5×10^{8} µm إلى km . (**0.5 km**)	٦ - 2 Km إلى pm . (**2×10^{15} pm**)

٧ – 750 kHz إلى MHz . (**0.75 MHz**)	٨ - 5×10^4 ms إلى min . (**0.83 min**)
٩ - 25 m/s إلى km/h . (**90 km/h**)	١٠ - 36 km/h إلى m/s . (**10 m/s**)
١١ - 450 cm/s إلى m/s . (**4.5 m/s**)	١٢ - 3×10^5 m m^2 إلى m^2 . (**0.3 m^2**)
١٣ - 7 m^3 إلى cm^3 . (**7×10^6 cm^3**)	١٤ - 1000 kg/m^3 إلى g/cm^3 . (**1 g/cm^3**)

الدقة والضبط في القياس

دقة القياس : " هي درجة الإتقان في القياس "

ملاحظات هامة : ١- تعتمد دقة القياس على : (أ) – الأداة . (ب) - الطريقة المستخدمة في القياس .

٢ – كلما كانت الأداة ذات تدريجات بقيم أصغر كانت القياسات أكثر دقة .

٣ – دقة قياس الأداة = نصف أقل تدريج في الأداة .

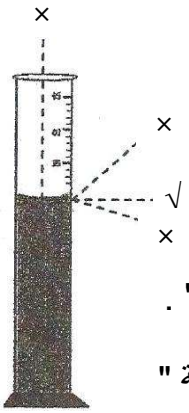
الضبط في القياس : " هو اتفاق نتائج القياس مع القيمة المقبولة في القياس "

اختبار الضبط في الجهاز بطريقة معايرة النقطتين : وتتم على خطوتين هما .

١- معايرة صفر الجهاز .

٢ – معايرة الجهاز بحيث يعطي قيمة مضبوطة وصحيحة عندما يقيس كمية ذات قيمة معتمدة .

ملاحظات هامة :



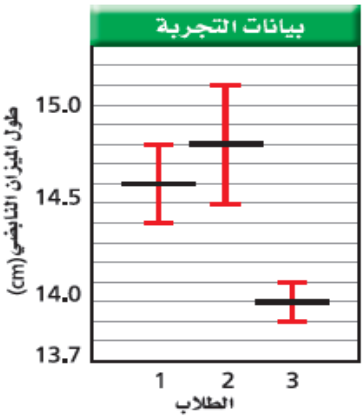
١ - لضمان الوصول إلى مستوى الضبط المطلوب ، والدقة التي يسمح بها الجهاز ، يجب أن تستخدم الأجهزة بطريقة صحيحة ، وأن تتم القياسات بحذر لتلافي أسباب الخطأ .

٢ – من أكثر الأخطاء الشخصية شيوعاً ما ينتج عن الزاوية التي تؤخذ القراءة من خلالها ، حيث يجب أن تُقرأ التدريجات بالنظر عمودياً وبعين واحدة ، أما إذا قُرئ التدريج بشكل مائل فإننا نحصل على قيمة مختلفة وغير مضبوطة ، وينتج هذا عما يسمى " اختلاف زاوية النظر " .

اختلاف زاوية النظر : " هو التغير الظاهري في موقع الجسم عند النظر إليه من زوايا مختلفة "

تمارين على الدقة والضبط في القياس

١ – في تجربة لدراسة تغير طول نابض بتغير الكتلة المعلقة به ، حيث قام ثلاث مجموعات من الطلاب بقياس طول النابض عدة مرات ، ومثلت بيانات كل مجموعة بالرسم المقابل ، ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :



■ الشكل 7—1 : إذا نفذ ثلاثة طلاب التجربة نفسها. هل تتطابق القياسات؟ هل نتيجة الطالب الأول متكررة؟

أ- اكتب قياس كل مجموعة مضمناً خطأ القياس .

المجموعة الأولى : .....

المجموعة الثانية : .....

المجموعة الثالثة : .....

ب- أي القياسات أكثر دقة ؟ ولماذا ؟

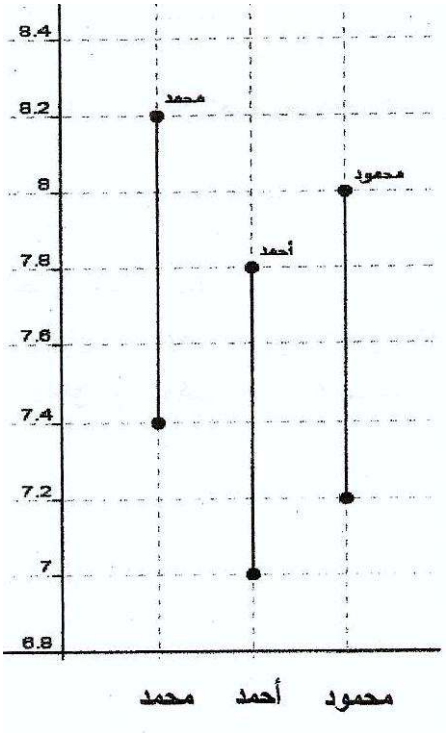
.....

.....

ج- أي القياسات أكثر ضبطاً علماً بأن قياس المعلم 14.5 cm

.....

٢ – قام ثلاثة طلاب ، محمد ، واحمد ، ومحمود بقياس طول قطعة من الحديد حيث قام كل منهم بقياس طول قطعة الحديد أكثر من مرة ، ورصدت نتائجهم بالترتيب كما هو موضح بالشكل المقابل .



أ- ما متوسط قياس محمد ؟

.....

ب- أي الطلاب في اعتقادك أدق ؟ ولماذا ؟

.....

.....

ج- قاس المعلم طول قطعة الحديد فوجدها 7.45 cm رتب الطلاب تنازلياً بدءاً بالأضبط .

.....

.....

.....

٣- قام معلم بإجراء تجربة لحساب عجلة الجاذبية الأرضية في منطقة معينة فوجدها $(9.78\ m/s^2)$ ، كما أجرى ثلاثة طلاب نفس التجربة فكانت نتائجهم كالتالي :

الطالب الأول $(9.6 \pm 0.03\ m/s^2)$ ، والثاني $(9.8 \pm 0.2\ m/s^2)$ ، والثالث $(10 \pm 0.1\ m/s^2)$

أ- أي الطلاب الثلاثة أكثر دقة ، ولماذا ؟

.....

ب- أي الطلاب الثلاثة أكثر ضبطاً ، ولماذا ؟

.....

٤- قام طالبان بقياس سرعة الضوء ، فكانت نتائجهما كالتالي :

الطالب الأول : $(3.001 \pm 0.001) \times 10^8\ m/s$

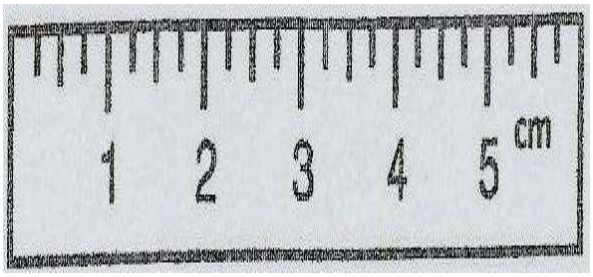
الطالب الثاني : $(2.999 \pm 0.006) \times 10^8\ m/s$

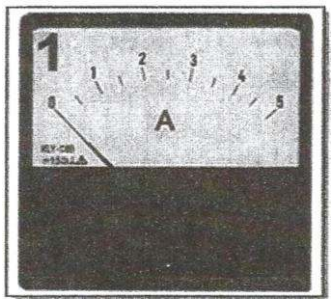
فإذا علمت أن القيمة المعيارية لسرعة الضوء هي $2.99792458 \times 10^8\ m/s$ فإن :

أ- القياس الأكثر دقة هو ..... لأن .....

ب- القياس الأكثر ضبطاً هو ..... لأن .....

٥- حدد دقة أدوات القياس المبينة بالشكل :





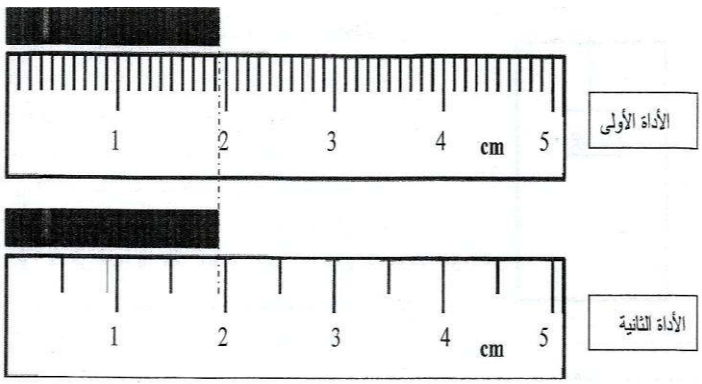
....

٦- ما دقة القياسات الآتية ؟

1.612 A - 0.26 m - 25.6 g - 15 s

....

٧ – يمثل الشكل المقابل قياس طول جسم ما باستخدام أداتين ، ادرس الشكل ، ثم أجب عن الأسئلة التالية :



أ- ما طول الجسم الذي تقيسه كل أداة ؟

الأداة الأولى :

.....

الأداة الثانية :

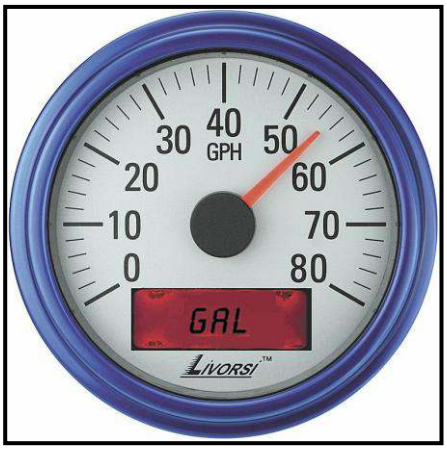
.....

ب- أي الأداتين أكثر دقة ؟ ولماذا ؟

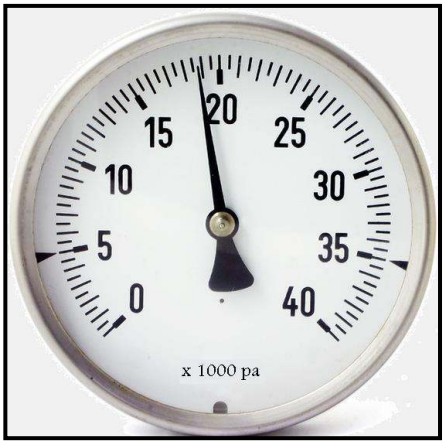
.....

.....

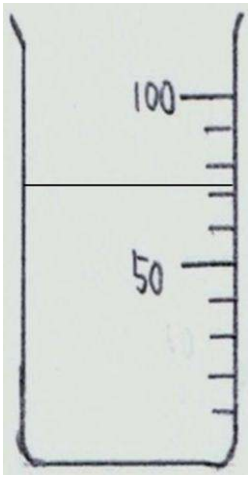
٨ – اكتب قراءة الأجهزة والأدوات الآتية مضمناً إجابتك خطأ القياس :



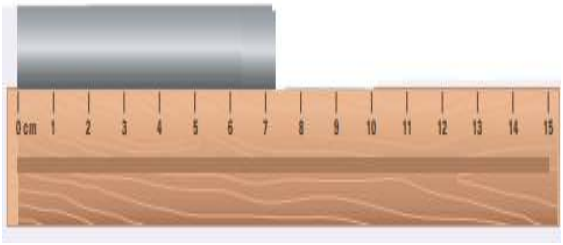
.....



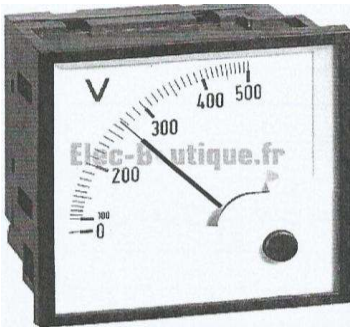
.....



.....

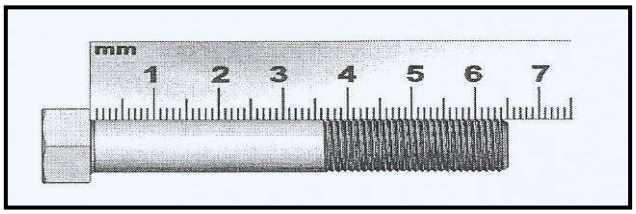


.....

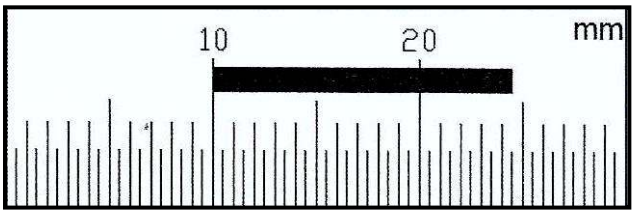


.....

.....



.....



.....

الفصل الثاني

تمثيل الحركة

/https://www.facebook.com/Physics-Way-585234978576403

تصوير الحركة

الحركة : " هي تغير موقع الجسم بتغير الزمن "

أنواع الحركة : ١ – الحركة في خط مستقيم . ٢- الحركة في مسار منحني .
٣- الحركة في دائرة . ٤- الحركة الاهتزازية (التأرجحية) .

مخططات الحركة

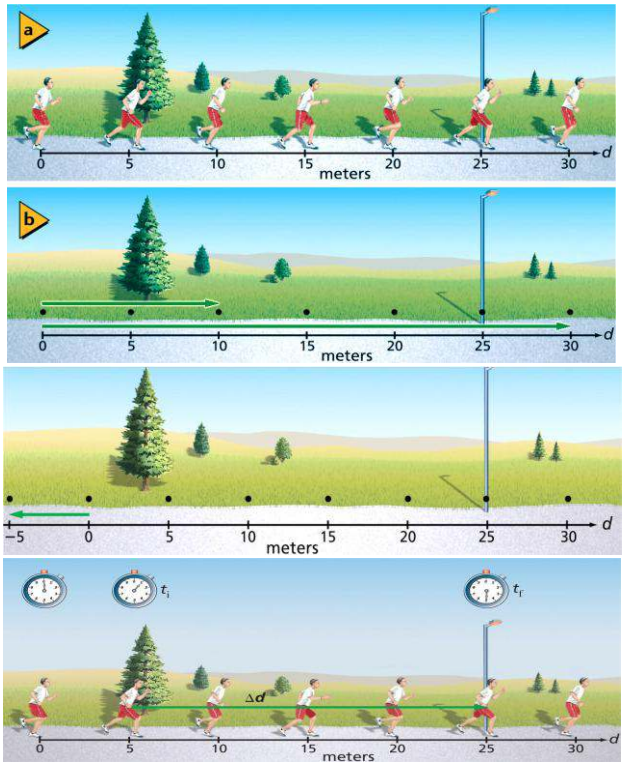
التمثيل التصويري : " هو تمثيل حركة الجسم بسلسلة من اللقطات ، مجموعة في صورة واحدة ، والتي تُظهر مواقع الجسم المتحرك في فترات زمنية متساوية "

نموذج الجسيم النقطي : " هو تمثيل حركة الجسم بسلسلة متتابعة من النقاط المفردة ، والتي تُظهر مواقع الجسم المتحرك في فترات زمنية متساوية "

النظام الإحداثي

" هو نظام يحدد موقع نقطة الأصل بالنسبة للمتغير الذي ندرسه ، والاتجاه الذي تتزايد فيه قيم هذا المتغير "

نقطة الأصل : " هي النقطة التي تكون عندها قيمة كل من المتغيرين صفراً "



الموقع : " هو بُعدُ الجسم عن نقطة الأصل في اتجاه معين "

الإزاحة : " هي التغير في موقع الجسم في اتجاه معين "

$$\Delta d = d_f - d_i$$

الفترة الزمنية : " هي الفرق بين زمنين "

$$\Delta t = t_f - t_i$$

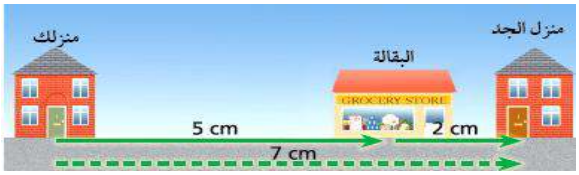
الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

الكميات العددية : " هي كميات فيزيائية يكفي لتعيينها تحديد مقدارها فقط "
مثل : المسافة - الكتلة - الزمن - درجة الحرارة - كمية المادة - المساحة

الكميات المتجهة : " هي كميات فيزيائية يتطلب تعيينها تحديد مقدارها واتجاهها وفقاً لنقطة الإسناد "
مثل : الإزاحة - الوزن - السرعة - التسارع - القوة

ملاحظة هامة : تُمثل الكمية المتجهة بسهم ذيله عند نقطة البداية ، ورأسه عند نقطة النهاية .

/https://www.facebook.com/Physics-Way-585234978576403



متجهة المحصلة : " هو متجه يمثل مجموع متجهين آخرين "

وهو يتجه من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الآخر .

السرعة المتجهة

السرعة المتجهة المتوسطة : " هي ميل الخط البياني لمنحنى (الموقع – الزمن) "

" هي التغير في الموقع مقسوماً على مقدار الفترة الزمنية التي حدث خلالها هذا التغير "

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_f - d_i}{t_f - t_i}$$

السرعة المتوسطة : " هي القيمة المطلقة للسرعة المتجهة المتوسطة "

" هي القيمة المطلقة لميل الخط البياني لمنحنى (الموقع – الزمن) "

ملاحظة هامة :

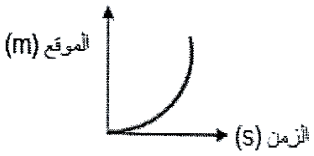
السرعة المتجهة المتوسطة = الإزاحة الكلية / الزمن الكلي

السرعة المتوسطة = المسافة الكلية / الزمن الكلي

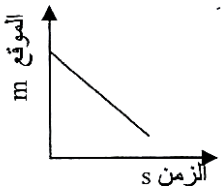
السرعة المتجهة اللحظية : " هي السرعة المتجهة لجسم عند لحظة معينة "

" هي ميل المماس لمنحنى (الموقع – الزمن) عند لحظة محددة "

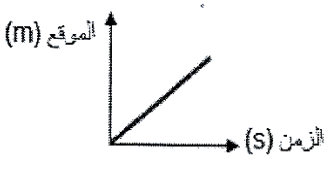
منحنيات (الموقع – الزمن) لجسم :



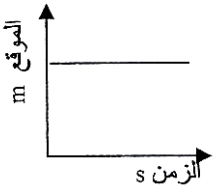
(سرعة غير منتظمة)



(سرعة منتظمة سالبة)



(سرعة منتظمة موجبة)



(جسم ساكن)

معادلة الحركة للسرعة المتجهة المتوسطة :

" موقع الجسم المتحرك يساوي حاصل ضرب السرعة المتجهة المتوسطة في الزمن ، مضافاً إليه الموقع الابتدائي للجسم "

$$d = \bar{v}t + d_i$$

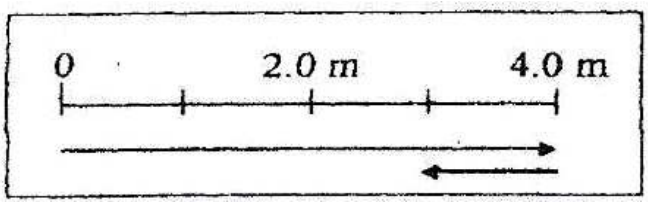
التمثيلات المتكافئة

" هي طرق مختلفة لتمثيل حركة الجسم والتي تحتوي على المعلومات نفسها حول حركة الجسم " **ومنها :**

١ – الوصف بالكلمات .
٢- التمثيل التصويري .
٣- نموذج الجسيم النقطي .
٤ – جدول البيانات .
٥- منحنى (الموقع – الزمن) .
٦- معادلة الحركة للسرعة المتجهة المتوسطة .

تمارين على تصوير الحركة

١ – بالاستعانة بالشكل المقابل أوجد :



أ – المسافة التي قطعها الجسم .

.....

ب – إزاحة الجسم .

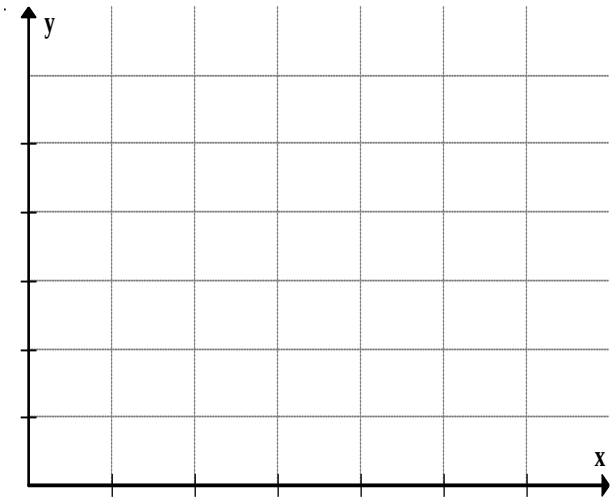
.....

٢ - أي الكميات الفيزيائية الآتية عددية وأيها متجهة :

الكمية الفيزيائية	القوة	السرعة	الزمن	الإزاحة	الكتلة	درجة الحرارة	الوزن	شدة الإضاءة
عددية								
متجهة								

٣– الجدول التالي يوضح مواقع جسم على فترات زمنية مختلفة

الزمن (s)	الموقع (m)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
6	30



مثل هذه البيانات على منحنى (الموقع – الزمن) ومن الرسم أوجد :

أ- موقع الجسم بعد مرور 2.5 s من بداية الحركة .

.....

ب- الزمن عندما كان الجسم على بعد 22.5 m من نقطة الأصل .

.....

ج- السرعة المتجهة المتوسطة للجسم . (**v = + 5 m/s**)

.....

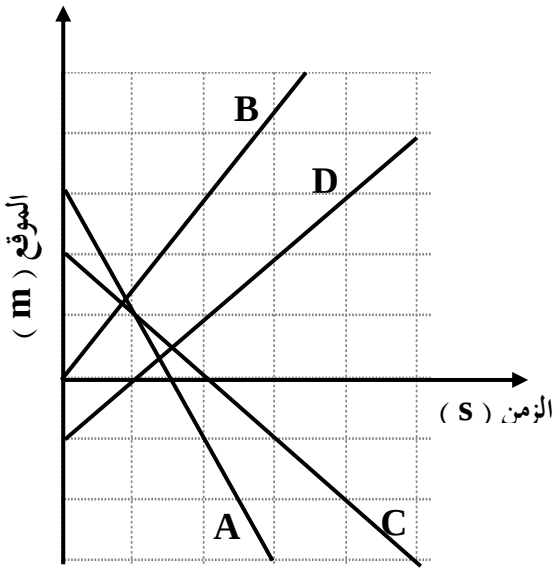
.....

.....

د- ما السرعة المتوسطة للجسم ؟ (**v = 5 m/s**)

.....

٤- باستخدام الرسم البياني المقابل :



أ - رتب منحنيات (الموقع – الزمن) وفق السرعة المتوسطة للجسم من الأكبر إلى الأصغر ، وأشر إلى الروابط إن وجدت .

.....

ب - رتب المنحنيات وفق السرعة المتجهة المتوسطة من السرعة الأكبر إلى السرعة الأقل .

.....

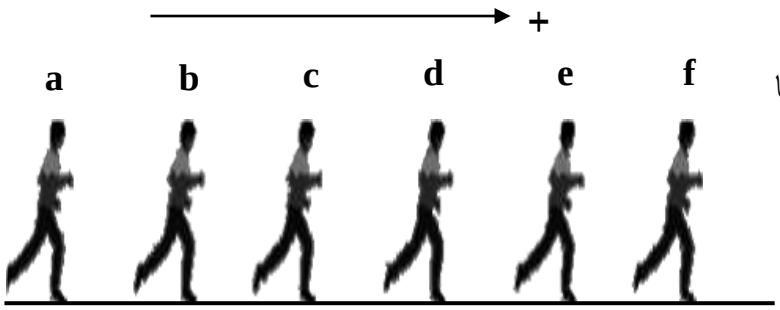
ج - رتب الخطوط البيانية بحسب الموقع الابتدائي للجسم (بدءاً بأكبر قيمة موجبة وانتهاءاً بأكبر قيمة سالبة) .

.....

د - رتب المنحنيات بحسب المسافة الابتدائية للجسم من نقطة الأصل من الأكبر إلى الأقل .

.....

٥- رُصدت حركة شخص يركض بين النقطتين (a , f) فإذا كانت المسافة بين تلك النقطتين تساوي 20 m ، والزمن الذي استغرقه بينهما يساوي 15 s فأجب عما يأتي :



أ- ما اسم الطريقة المستخدمة لتمثيل الحركة .

.....

ب- مثل حركة الجسم باستخدام نموذج الجسيم النقطي تحت الشكل مباشرةً .

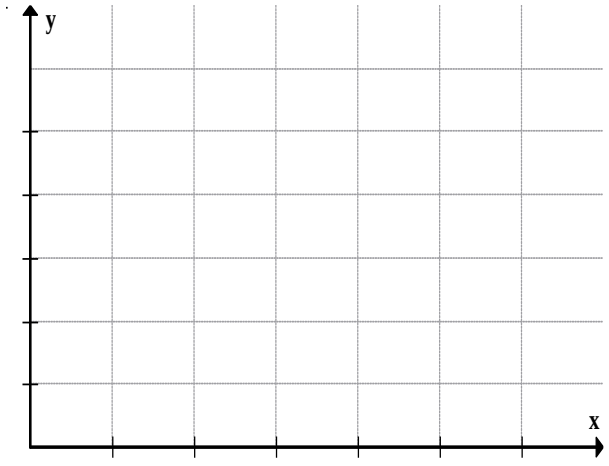
.....

.....

ج- ارسم متجه يمثل إزاحة الجسم من الثانية الثالثة إلى الثانية التاسعة تحت الشكل .....

د- ارسم تحت الشكل متجه الموقع للجسم حتى الثانية السادسة من بدء الحركة معتبراً النقطة f نقطة الأصل .

هـ - ارسم منحنى (الموقع – الزمن) لحركة الجسم على الرسم البياني التالي .



و – احسب السرعة المتجهة المتوسطة لحركة الجسم .

(**v = + 1.33 m/s**)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

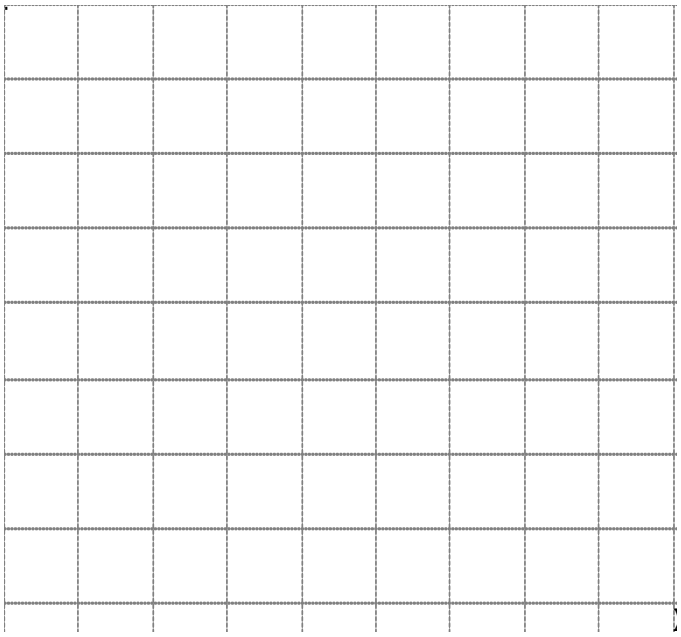
.....

.....

.....

٦- باستخدام الجدول التالي ارسم منحنى (الموقع – الزمن) لحركة الجسم معتبراً أن اتجاه الشرق هو الاتجاه الموجب للحركة ، ثم أجب عن الأسئلة التالية .

الزمن (s)	الموقع (m)
0	20
1	15
2	10
3	5
4	0
5	- 5
6	- 10



أ - صف حركة الجسم باستخدام الكلمات .

.....

.....

.....

ب- ارسم مخطط للحركة يتوافق مع الرسم البياني .

.....

.....

ج- متى كان الجسم على بُعد 5 m غرب نقطة الأصل .

.....

د- احسب السرعة المتجهة المتوسطة للجسم . (**v = - 5 m/s**)

.....

.....

.....

.....

هـ - ما السرعة المتوسطة للجسم . (**v = 5 m/s**)

.....

.....

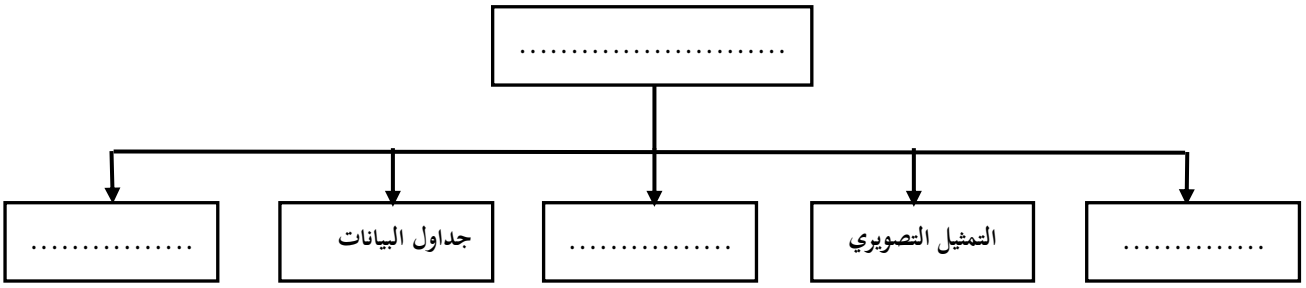
و- احسب موقع الجسم بعد مرور 10 s من بداية الحركة باستخدام معادلة الحركة للسرعة المتجهة المتوسطة .
(**d = - 30 m**)

.....

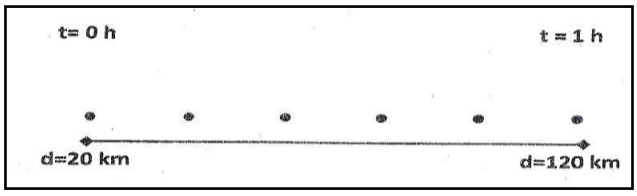
.....

.....

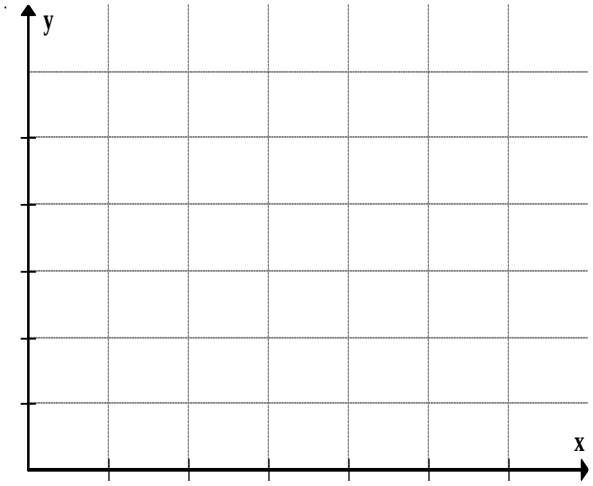
٧ - أكمل خريطة المفاهيم بالمصطلحات الآتية :
منحنى (الموقع – الزمن) - الكلمات - التمثيلات المتكافئة - نموذج الجسيم النقطي



٨ – يُمثل الشكل المقابل المخطط النقطي الجسيمي لطائرة تتحرك بسرعة منتظمة :



أ – حوّل المخطط النقطي إلى منحنى (الموقع – الزمن) .



ب- احسب ميل الخط الذي رسمته .

(v = 100 km/h)

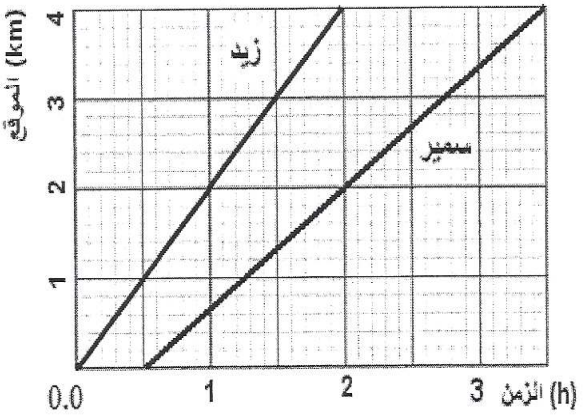
.....
.....
.....
.....

ج – احسب سرعة الطائرة بوحدة m / min ، (باستخدام معامل التحويل) .

(v = 1666.7 m/min)

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

٩ – الشكل المقابل يوضح حركة كل من الطالبين زيد وسمير، بالاستعانة بالشكل أجب عما يأتي :



أ – أي الطالبين أسرع ؟ ولماذا ؟

.....
.....

ب – ما موقع كل من الطالبين بعد 2 h من بداية الحركة ؟

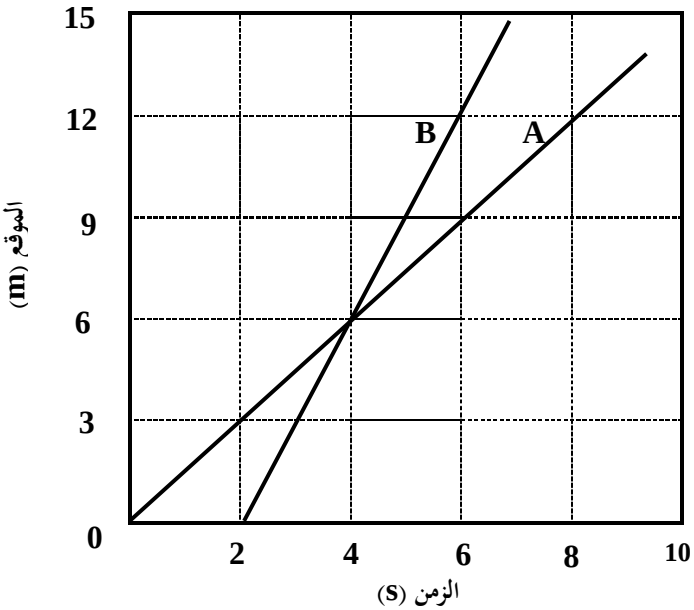
.....
.....

ج – احسب السرعة المتجهة المتوسطة لكل من الطالبين .

(v_1 = + 2 km/h , v_2 = + 1.33 km/h)

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

١٠- الرسم البياني التالي يمثل حركة عدائين (A) و (B) ادرس الرسم البياني ثم أجب عن الأسئلة التالية :



أ- متى يتجاوز العداء (B) العداء (A) .

.....

ب- أين يلتقي العداء (B) والعداء (A) .

.....

ج- أي العدائين كان متقدماً بعد مرور 6 s من بداية الحركة وما المسافة الفاصلة بينهما عند تلك اللحظة .

.....

.....

د- احسب السرعة المتجهة المتوسطة لكل من العدائين .

($v_A = +1.5$ m/s , $v_B = +3$ m/s)

.....

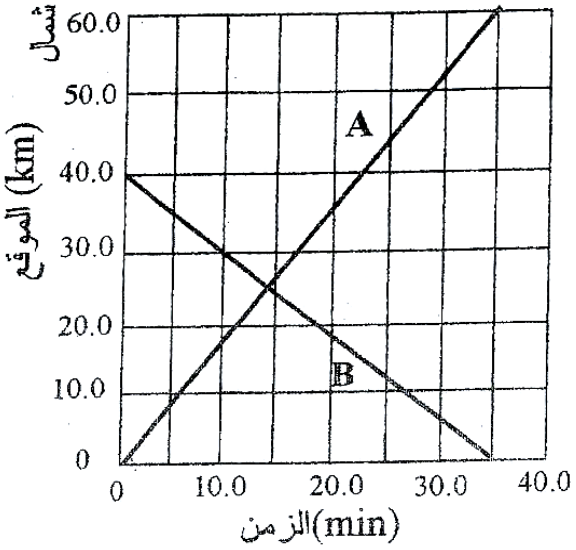
.....

.....

.....

.....

١١- الرسم البياني التالي يمثل منحنى (الموقع – الزمن) للسيارتين (A , B) ، انظر الشكل وأجب عما يأتي :



أ- ما اتجاه حركة كل من السيارتين ؟

(A) نحو : .....

(B) نحو : .....

ب- ما موقع النقطة التي تلتقي فيها السيارتان ؟

.....

ج- بعد كم دقيقة من بدء الحركة تلتقي السيارتان ؟

.....

د- ما السرعة المتجهة لكل من السيارتين ؟

($v_A = +1.7$ km/min , $v_B = -1.14$ km/min)

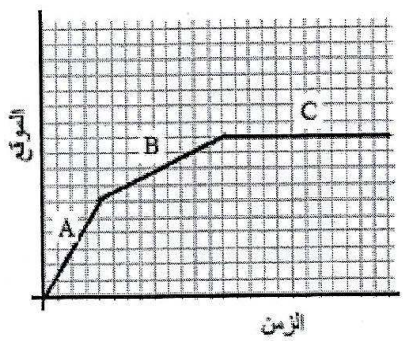
.....

.....

.....

.....

١٢ – يُبين الرسم المقابل حركة طالب يركب دراجة هوائية ، بالاستعانة بالرسم أجب عن الأسئلة الآتية :



أ – ما رمز المرحلة التي قطع الراكب فيها المسافة الأكبر ؟

.....

ب – ما رمز المرحلة التي توقف فيها الطالب ؟

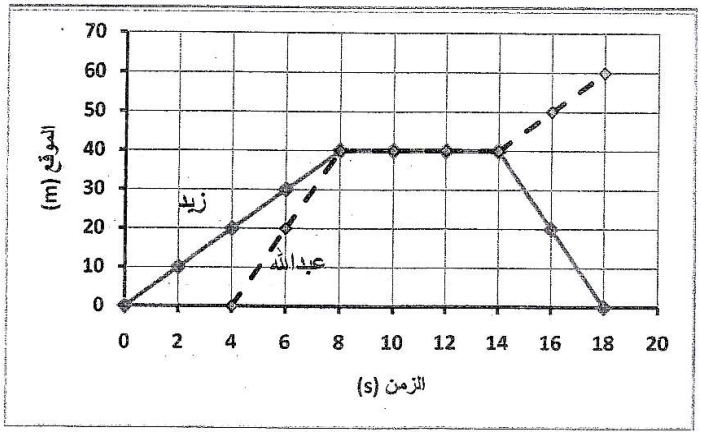
.....

ج – ما رمز المرحلة التي بلغت فيها السرعة المتجهة للدراجة أكبر ما يمكن ؟

.....

١٣- انطلق الأخوان عبد الله وزيد من منزلهما ، والشكل التالي يوضح منحنى (الموقع – الزمن) لحركتهما ، مستعيناً بالشكل . أجب عن الأسئلة الآتية :

أ – صف حركة كل من زيد وعبد الله ، خلال الفترات الزمنية التالية .



i- (0 – 8 s) .

.....

.....

.....

ii - (8 – 14 s) .

.....

.....

.....

iii - (14 – 18 s) .

.....

.....

.....

ب – متى كان زيد على بُعد 20 m من منزله ؟

.....

ج – ما السرعة المتجهة المتوسطة لعبد الله خلال الفترة الزمنية (4 – 14 s) ؟ (**v = + 4 m/s**)

.....

.....

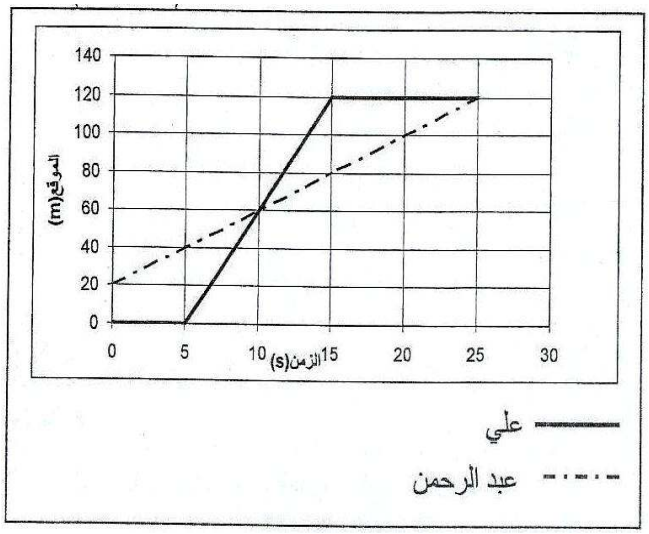
د – ما السرعة المتوسطة لزيد خلال الفترة الزمنية (14 – 18 s) ؟ (**v = 10 m/s**)

.....

.....

.....

١٤ – يمثل الشكل التالي منحنى (الموقع – الزمن) لكل من علي وعبدالرحمن ، ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :



أ – أيهما تكون متوسط سرعته أعلى في الفترة الزمنية (0 – 25 s) .

.....

.....

ب – ما الإزاحة التي قطعها كل منهما بعد مرور 15 s على انطلاقهما ؟

.....

.....

ج – احسب السرعة المتجهة المتوسطة لعبد الرحمن .

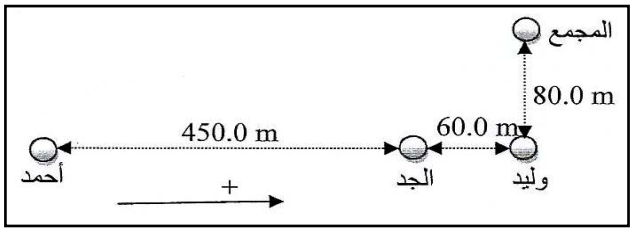
(**v = + 4 m/s**)

.....

.....

.....

١٥- توجه احمد من بيته شرقاً إلى بيت جده ، ووصله بعد 7 min ، وبعد أن مكث عند جده 3 min أكمل طريقه شرقاً إلى بيت ابن عمه وليد ، حيث وصله بعد 2 min وسارا معاً شمالاً إلى المجمع التجاري حيث وصلاه بعد 5 min ، ومكثا في المجمع 18 min ، ثم عادا إلى بيت جدهما مباشرةً (بخط مستقيم) ، ووصلاه بعد 5 min ، استعمل الأبعاد الموضحة على الشكل التوضيحي وأجب عن الأسئلة الآتية :



أ – ما إزاحة كل من أحمد ووليد ؟

إزاحة أحمد : .....

إزاحة وليد : .....

ب- احسب السرعة المتجهة المتوسطة لكلٍ من أحمد ووليد .

السرعة المتجهة المتوسطة لأحمد : (**v = + 11.25 m/min**)

.....

.....

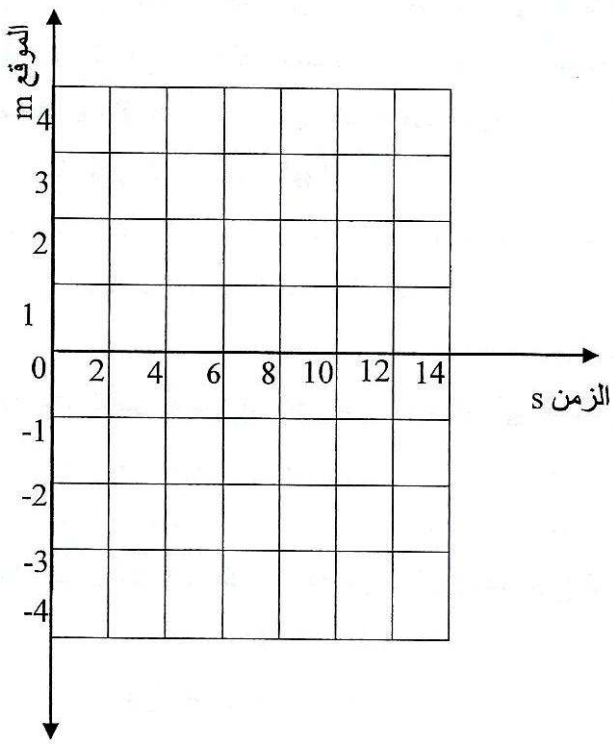
السرعة المتجهة المتوسطة لوليد : (**v = - 2.14 m/min**)

.....

.....

١٦ – بدأ سنجاب حركته بسرعة منتظمة من قاع بئر عمقه 2 m بجانب شجرة باتجاه سطح الأرض مستغرقاً 6 s ، ثم توقف لمدة 4 s بجانب جذع الشجرة لأكل بعض العشب ، وبعد ذلك شعر بالخوف فصعد بسرعة منتظمة إلى قمة الشجرة التي ترتفع 3 m خلال 2 s (نقطة الأصل تقع عند قاع الشجرة) .

أ – ارسم على الشكل المجاور رسم بياني لحركة السنجاب معتمداً على الأرقام الواردة بالسؤال .



ب – احسب السرعة المتجهة المتوسطة للسنجاب أثناء صعوده من قاع البئر إلى سطح الأرض .

(**v = + 0.33 m/s**)

.....

.....

.....

.....

.....

ج – أوجد موقع السنجاب بعد 8 s من بداية حركته .

.....

.....

.....

الاستضاءة

١- يُعد الضوء والصوت وسيلتين نتمكن عن طريقهما من التواصل مع بيئتنا والحصول على معلومات .

٢- يعتبر الضوء الوسيلة التي توفر أكبر مجموعة متنوعة من المعلومات ، حيث تستطيع العين البشرية تحسس التغيرات البسيطة جداً في حجم الجسم وموقعه وسطوعه ولونه ، كما تتمكن العين من التمييز بين الظلال والأجسام الصلبة ، وكذلك التمييز بين انعكاسات الأجسام والأجسام نفسها .

الأدلة على أن الضوء يسير في خطوط مستقيمة

١- عندما تدخل حزمة ضوئية ضيقة عبر نافذة فإن دقائق الغبار المنتشرة في الهواء تجعل الضوء مرئياً ، وترى مسار الضوء على شكل خط مستقيم .

٢- عندما يعترض جسمك ضوء الشمس ترى هيئة جسمك في صورة ظل .

٣- عندما تضع جسماً أمام عينيك وتتحرك في اتجاهه فإنك تسير في مسار مستقيم .

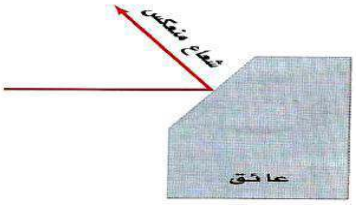
نموذج الشعاع الضوئي

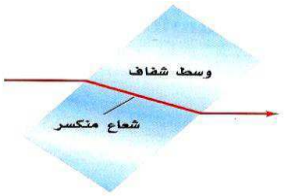
١- اعتقد نيوتن أن الضوء سيل من الجسيمات متناهية الصغر لا يمكن تخيلها ، تتحرك بسرعة كبيرة جداً ، أطلق عليها اسم كريات ضوئية أو جسيمات ضوئية .

٢- لم يستطع نموذج نيوتن تفسير خصائص الضوء جميعها ، حيث بيّنت التجارب أن الضوء أيضاً يسلك سلوك الموجات .

الشعاع الضوئي : " هو شعاع ينتقل في خط مستقيم ويتغير اتجاهه فقط إذا اعترض حاجز مساره "

٣- قُدم نموذج الشعاع الضوئي بوصفه طريقة لدراسة كيفية تفاعل الضوء مع المادة ، بغض النظر عما إذا كان الضوء جسيماً أو موجه . وتسمى دراسة الضوء بهذه الطريقة البصريات أو البصريات الهندسية .





مقارنة بين مصادر الضوء

وجه المقارنة	المصدر المضيء	المصدر المستضيء (المضاء)
التعريف	هو الجسم الذي يبعث ضوءاً من ذاته	هو الجسم الذي يُصبح مرئياً نتيجة انعكا الضوء عنه
أمثلة	الشمس – اللهب – الشرر – المصابيح المتوهجة – المصابيح الفلورسنتية – شاشات التلفاز – أشعة الليزر – بعض أنواع اليراع	القمر – المرآة – عاكس الدراجة

مقارنة بين الأوساط المختلفة

وجه المقارنة	الوسط الشفاف	الوسط شبه الشفاف	الوسط المعتم (غير الشفاف)
التعريف	هو الذي يمر الضوء خلاله وتُرى الأجسام خلفه بوضوح	هو الذي يمر الضوء خلاله ولاتُرى الأجسام خلفه بوضوح	هو الذي لا يمر الضوء خلاله ولاتُرى الأجسام خلفه بوضوح
أمثلة	الهواء – الزجاج الشفاف – الماء النقي	مظلة المصباح – الستائر الخفيفة – الزجاج الملون	الحائط – الخشب – الستائر السميكة

مقارنة بين التدفق الضوئي والاستضاءة وشدة الضوء

وجه المقارنة	التدفق الضوئي (P)	الاستضاءة (E)	شدة الضوء (I)
التعريف	هو معدّل انبعاث طاقة الضوء من المصدر المضئ	هو معدّل اصطدام الضوء بوحدة المساحات من سطح	هو التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة $1m^2$ من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m
العلاقة التي يتعين منها	$P = 4\pi r^2 \times E$	$E = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2}$	$I = \frac{P}{4\pi}$
وحدة القياس	لومن (Lm)	لوكس ($Lx = Lm / m^2$)	الشمعة (cd)
العوامل التي يتوقف عليها	سطوع المصدر الضوئي	مربع البُعد بين المصدر الضوئي والسطح والتاسب عكسي ($E \alpha 1 / r^2$)	سطوع المصدر الضوئي

ملاحظات هامة :

١ – ينتشر التدفق الضوئي لمصدر الضوء بصورة كروية في جميع الاتجاهات ، فيضيء سطح يُشبه السطح الداخلي لكرة نصف قطرها r ، ولا يتغير التدفق الضوئي للمصباح بتغير بُعد السطح عنه .

٢- المصباح الكهربائي المتوهج الذي قدرته 100 W يُصدر تدفق مقداره 1750 Lm ، وتكون الاستضاءة الساقطة على السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1 m تساوي 139 Lx .

٣- الاستضاءة الناتجة بفعل مصدر ضوئي نقطي تخضع لعلاقة التربيع العكسي ($E \alpha 1 / r^2$) ، فمثلاً تقل الاستضاءة الساقطة على وحدة المساحات من سطح إلى الربع عند زيادة بُعد السطح عن المصدر إلى الضعف .

٤- لزيادة الاستضاءة على سطح نستخدم مصباحاً كهربياً أكثر سطوعاً لزيادة التدفق الضوئي ، أو نقرب المصباح من السطح .

٥- تُستخدم المعادلة التي تتعين منها الاستضاءة بشكل صحيح إذا كان الضوء المنبعث من المصدر المضيء يسقط عمودياً على السطح الذي يضيئه ، وكذلك مع المصادر المضيئة التي تكون صغيرة ، أو بعيدة بصورة كافيه حتى يمكن اعتبارها مصادر نقطية . لذلك فإن المعادلات لا تُعطي قيماً دقيقة للاستضاءة الناتجة بفعل المصابيح الفلورسنتية الطويلة أو المصابيح المتوهجة التي تكون قريبة من السطح الذي تضيئه .

٦- للحصول على إضاءة منتظمة لتجنب المساحات المظلمة ، فإن التصميم المناسب هو توزيع مصادر الضوء على المساحة المطلوب إنارتها ، بحيث تكون المسافات بينها متساوية .

تمارين على الاستضاءة

١ - أوجد الاستضاءة على مسافة **4 m** أسفل مصباح تدفقه الضوئي **405 lm** . **2 Lx**

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

٢ – إذا كانت الاستضاءة الناتجة بفعل مصباح ضوئي قدرته **60 w** على بُعد **3 m** تساوي **9.35 lx** ، احسب التدفق الضوئي الكلي للمصباح . **1057.5 Lm**

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

٣ - وضعت شاشة بين مصباحين كهربائيين يضيئانها بالتساوي ، فإذا كان التدفق الضوئي للمصباح الأول **1445 lm** عندما كان يبعد مسافة **2.5 m** عن الشاشة فما بعد المصباح الثاني عن الشاشة إذا كان تدفقه الضوئي **2375 lm** ؟ **3.2 m**

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

٤ - تحرك مصباح فوق صفحات كتاب بدءاً من مسافة **30 cm** إلى **90 cm** . قارن بين استضاءة الكتاب بعد الحركة وقبلها . **1 : 9**

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

٥ - يضئ مصباحين شاشة بالتساوي بحيث يقع المصباح الأول على بعد **5m** من الشاشة ، ويقع الثاني على بعد **3 m** منها ، فإذا كانت شدة إضاءة المصباح الأول **75 cd** ، فما شدة إضاءة المصباح الثاني . **27 cd**

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

٦ – عمود إنارة يحتوي مصباحين متماثلين يرتفعان **3.3 m** عن سطح الأرض ، فإذا تم إزالة أحد المصباحين . احسب ارتفاع المصباح المتبقي لإعطاء الاستضاءة نفسها على سطح الأرض . **2.33 m**

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

٧ - مصباح كهربائي يبعد مسافة **1 m** عن سطح مكتب ويولد فقط نصف الاستضاءة المطلوبة . احسب البعد اللازم ليولد المصباح الاستضاءة المطلوبة كاملة على سطح المكتب . **0.707 m**

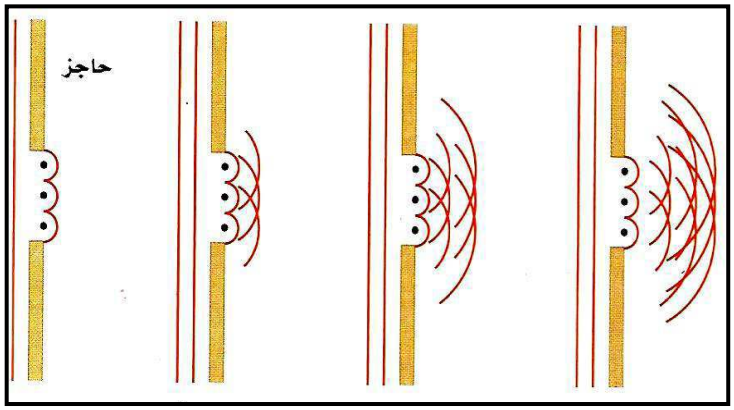
.....
.....
.....
.....
.....
.....

الطبيعة الموجية للضوء

لاحظ العالم فرانسيسكو ماري جريمالدي أن حواف الظلال ليست حادة تماماً ، حيث أدخل حزمة ضيقة من الضوء داخل غرفة مظلمة ، وأمسك بقضيب أمام الضوء ، وأسقط الظل على سطح أبيض . فلاحظ أن ظل القضيب أعرض من الظل الذي ينبغي أن يتكون في حالة انتقال الضوء في خط مستقيم مروراً بحواف القضيب ، كما لاحظ أن الظل محاط بحزم ملونه ، وعرّف جريمالدي هذه الظاهرة باسم " الحيود " .

الحيود : " هو انحناء الضوء حول حواف الحواجز "

تفسير هيجنز للحيود :



١ – بناءاً على مبدأ هيجنز يمكن اعتبار النقاط كلها على صدر الموجة الضوئية ، وكأنها تُمثل مصادر جديدة لموجات صغيرة تنتشر في جميع الاتجاهات بعضها خلف بعض .

٢ – يتكون صدر الموجة المستوية من عدد غير محدود من المصادر النقطية في خط واحد ، وعندما يعبُر صدر الموجة حافة ما فإن الحافة تقطع صدر الموجة ، حيث تنتشر كل موجة دائرية تولدت بواسطة أي نقطة من نقاط هيجنز على شكل موجة دائرية في الحيز الذي انحنى عنده صدر الموجة الأصلية ، وهذا هو الحيود .

الألوان

قام نيوتن بتمرير حزمة ضيقة من ضوء الشمس خلال منشور زجاجي ، فلاحظ تكون ترتيب منظم للألوان أطلق عليه اسم الطيف .

الطيف : " هو ترتيب منظم للألوان ينتج عند مرور حزمة ضيقة من الضوء الأبيض خلال منشور زجاجي "

تفسير نيوتن للطيف :

١ – اعتقد نيوتن أن جسيمات الضوء تتفاعل بطريقة متفاوتة في الزجاج لتولد الطيف اعتماداً على النموذج الجسيمي للضوء .

٢– لاختبار هذا الافتراض سمح نيوتن للطيف النافذ من المنشور الأول بالسقوط على منشور آخر فإذا تولد الطيف نتيجة التفاوت في تفاعل الزجاج مع جسيمات الضوء فإن المنشور الثاني سيزيد من انتشار الألوان .

٣ – بدلاً من ذلك فقد عكس المنشور الثاني الألوان وأعاد تراكبها لتكوّن اللون الأبيض .

٤ – استنتج نيوتن أن اللون الأبيض مركب من عدة ألوان ، وأن هناك خاصية أخرى للزجاج غير عدم انتظامه هي التي تؤدي إلى تحلل الضوء إلى مجموعة من الألوان .

من تجارب جريمالدي وهيجنز وغيرهما تبين الآتي :

١ – للضوء خصائص موجية ولكل لون من ألوان الضوء طولاً موجياً محدداً .

٢– تقع منطقة الضوء المرئي ضمن نطاق من الأطوال الموجية يتراوح بين **400 nm** و **700 nm** تقريباً ، وأكبر هذه الألوان في الطول الموجي هو اللون الأحمر ، وأقلها في الطول الموجي هو اللون البنفسجي .

(الأحمر – البرتقالي – الأصفر – الأخضر – الأزرق – النيلي – البنفسجي)

٣– عندما يعبُر الضوء الأبيض الحد الفاصل من الهواء إلى داخل الزجاج ويعود مرة أخرى إلى الهواء ، فإن الطبيعة الموجية تؤدي إلى انحناء كل لون من ألوان الضوء أو انكساره بزاوية مختلفة ، وهذا الانحناء غير المتساوي للألوان المختلفة يتسبب في انتشار الضوء على شكل طيف ، وهذا يعني أن الأطوال الموجية المختلفة للضوء تتفاعل مع المادة بطرائق مختلفة يُمكن التنبؤ بها .

اللون بواسطة مزج أشعة الضوء

جمع الألوان : " هو تراكب الألوان (الأحمر والأخضر والأزرق) لإنتاج الضوء الأبيض "

ويستخدم جمع الألوان في أنابيب الألوان في التلفاز ، حيث تحتوي هذه الأنابيب على مصادر نقطية متناهية في الصغر لكل من الضوء الأحمر والأخضر والأزرق ، وعندما يكون لكل لون من ألوان الضوء الثلاثة شدة مناسبة تظهر الشاشة باللون الأبيض .

الألوان الأساسية (الأولية) : " هي ثلاثة ألوان ينتج عن خلطها اللون الأبيض "

وهي : الأحمر ، والأخضر ، والأزرق

الألوان الثانوية : " هي الألوان الناتجة عن خلط لونين أساسيين "

وهي : الأصفر وينتج عن الأحمر والأخضر ، والأرجواني (الأحمر المزرق) وينتج عن الأحمر والأزرق ، والفيروزي (أزرق مخضر) وينتج عن الأزرق والأخضر

الألوان المتتامة : " هي عبارة عن لونان ضوئيان يتراكبان معاً لإنتاج اللون الأبيض "
وهي : الأصفر مع الأزرق ، الأرجواني مع الأخضر ، الفيروزي مع الأحمر

اللون بواسطة اختزال أشعة الضوء

يعتمد لون الجسم على :

١ – الأطوال الموجية للضوء الذي يضيء الجسم .

٢– الأطوال الموجية التي امتصها الجسم أو عكسها أو نفذت خلاله .

المواد الملونة : " هي عبارة عن جزيئات لها القدرة على امتصاص أطوال موجية معينة للضوء ، وتسمح لأطوال موجية أخرى بالنفاذ من خلالها أو تعكسها "

ملاحظات هامة :

١ – وجود المواد الملونة بصورة طبيعية أو إضافتها اصطناعياً إلى المادة المكونة للجسم أو إضافة أصباغ إليه يُكسبه لوناً خاصاً .

٢- يظهر الجسم عادةً باللون الذي يعكسه ، فالجسم الأحمر يعكس اللون الأحمر ويمتص باقي الألوان ، والجسم الأسود يمتص جميع الألوان ، بينما الجسم الأبيض يعكس جميع الألوان .

٣- لا يستفيد النبات من اللون الأخضر في عملية البناء الضوئي لأنه يعكسه ، ويستفيد من اللونين الأحمر والأزرق لأنه يمتصهما .

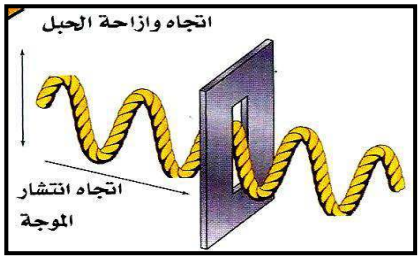
تعليلات هامة

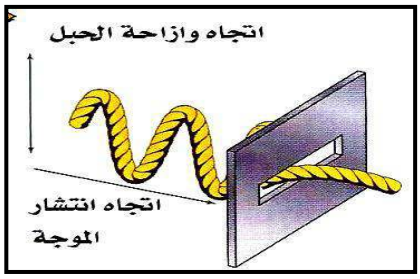
تستطيع سماع صوت شخص يتحدث في الغرفة المجاورة بينما لا تستطيع رؤيته	لأن الصوت يحيد بانحرافه حول حافة الباب ، بينما الحيود في الضوء يكون أقل وضوحاً مقارنةً بالصوت
أخطأ نيوتن عندما اعتقد أن الطيف يتولد نتيجة التفاوت في تفاعل الزجاج مع جسيمات الضوء	لأنه لو تولد الطيف نتيجة التفاوت في تفاعل الزجاج مع جسيمات الضوء فإن مرور الضوء خلال منشور ثاني سيزيد من انتشار الألوان ، ولكن المنشور الثاني أعاد تراكب الألوان
عند مرور ضوء أبيض خلال منشور زجاجي فإنه يخرج متفرقاً إلى سبعة ألوان	لأن الطبيعة الموجية تؤدي إلى انحناء كل لون من ألوان الضوء أو انكساره بزاوية مختلفة فيخرج الضوء متفرقاً
يمكن تبييض الملابس المصفرة باستخدام عامل أزرق اللون يُضاف إلى مساحيق الغسيل	لأن اللون الأزرق متمم للون الأصفر فينتج عن خلطهما اللون الأبيض
عندما يسقط الضوء الأحمر على جسم لونه أزرق فإنه يبدو أسود	لأن الجسم الأزرق يمتص اللون الأحمر ، وينعكس جزء يسير جداً من الضوء فيظهر الجسم غالباً أسود
يُفضل طلاء سيارات الإسعاف والإطفاء باللونين الأصفر والأخضر	لأن العين حساسة جداً للضوء الأصفر والأخضر ، بينما حساسيتها للضوء الأحمر والأزرق أقل 10 % من حساسيتها القصوى

استقطاب الضوء

" هو إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد "

أولاً : الاستقطاب بالترشيح (الفلترة)





١- تحتوي أوساط الاستقطاب على جزيئات طويلة تتمكن خلالها الإلكترونات من التذبذب أو الحركة إلى الأمام وإلى الخلف ، جميعها في الاتجاه نفسه .

٢- عندما ينتقل الضوء عابراً الجزيئات تمتص الإلكترونات الموجات الضوئية التي تتذبذب في اتجاه تذبذب الإلكترونات نفسه ، وتسمح للموجات التي تتذبذب في اتجاه عمودي بالمرور خلالها ، والموجات المارة تكون موازية لمحور الاستقطاب .

محور الاستقطاب : " هو اتجاه وسط الاستقطاب المتعامد مع الجزيئات الطويلة "

٣- يحتوي الضوء العادي على موجات تهتز في كل اتجاه عمودي على اتجاه انتقالها ، فعند مروره خلال وسط استقطاب سينفذ في المتوسط نصف كمية الضوء الكلي ، وتنخفض شدة الضوء بمقدار النصف ، ويسمى مثل هذا الوسط مرشح أو فلتر الاستقطاب .

ثانياً : الاستقطاب بالانعكاس

١- عندما تنظر خلال مرشح استقطاب أو نظارة شمسية إلى الضوء المنعكس عن طريق أو لوح زجاجي وتدوّر المرشح أو النظارة ستلاحظ أن الضوء يسطُع ثم يخفُت ، وهذا يعني أنه حدث استقطاب جزئي للضوء في اتجاه سطح الطريق أو الزجاج عندما انعكس .

٢- تحتوي الأشعة الضوئية المنعكسة على كمية كبيرة من الضوء المتذبذب بشكل موازٍ لسطح الطريق أو الزجاج ، لذلك يستخدم مصورو الفوتوجراف مرشحات استقطاب بتثبيتها على عدسات الكاميرا لحجب الضوء المنعكس .

تحليل الاستقطاب

١- عند وضع مرشح استقطاب في مسار ضوء مستقطب بواسطة مرشح إستقطاب آخر ، فإذا كان محوري استقطاب المرشحين متوازيين سينفذ الضوء المار من المرشح الأول خلال المرشح الثاني ، أما إذا كان محوري استقطاب المرشحين متعامدين فلن ينفذ الضوء خلال المرشح الثاني .

٢- عند وضع مرشح استقطاب (محلل) بين مرشحين محور استقطابهما متعامد بحيث لا يوازي محور استقطابه محور أي من المرشحين سيمر ضوء من المرشح الثاني .

٣- يُسمى القانون الذي يوضح مدى انخفاض شدة الضوء عندما يعبُر من خلال مرشح استقطاب ثاني **قانون مالوس** . ($I_2 = I_1 \cos^2 \theta$)

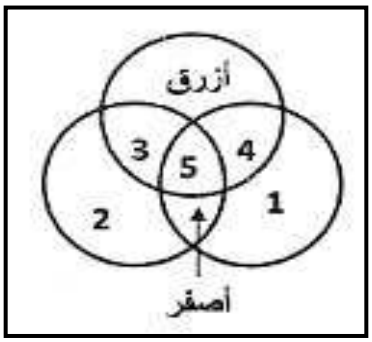
حيث : (I_1) شدة الضوء الخارج من المرشح الأول . ، (I_2) شدة الضوء الخارج من المرشح الثاني .

(θ) الزاوية بين محوري مرشحي الاستقطاب الأول والثاني .

٤- يُسمى مرشح الاستقطاب الثاني المستخدم في قانون مالوس " المحلل " وتستخدم المحللات لتحديد استقطاب الضوء المنبعث من أي مصدر ضوئي .

تمارين على الطبيعة الموجية للضوء

١ – يُمثل الشكل المجاور شاشة بيضاء سُلطت عليها الألوان الأساسية للضوء بشدة متساوية ، أجب عن الأسئلة التالية :



أ – تسمى هذه العملية .....

ب – يُطلق على اللونين 3 و 4 ألوان .....

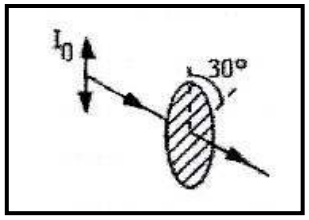
ج – يُطلق على اللونين 1 و 2 ألوان .....

د – يُطلق على اللونين 1 و 3 ألوان .....

هـ - اكتب في الجدول التالي اللون المقابل للأرقام في الشكل .

الأرقام	1	2	3	4	5
اللون	.....	.....	.....	.....	.....

٢ – في الشكل المقابل أسقطت حزمة ضوئية مستقطبة شدتها I_o على مرشح استقطاب ، فإذا كان محور استقطاب المرشح يصنع زاوية 30° مع الحزمة الضوئية الساقطة ، فاحسب شدة الضوء النافذ من مرشح الاستقطاب .



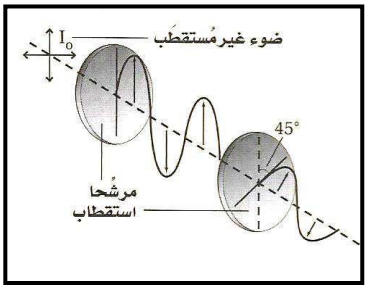
$0.75\ I_O$

.....

.....

.....

٣ – يسقط ضوء غير مستقطب شدته I_o على مرشح استقطاب ، ويصطدم الضوء النافذ بمرشح استقطاب ثاني ، كما يتضح بالشكل المقابل . احسب شدة الضوء النافذ من مرشح الاستقطاب الثاني .



$0.25\ I_O$

.....

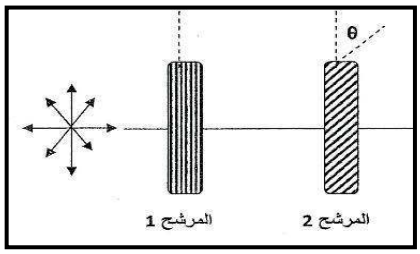
.....

.....

.....

.....

٤ – وضع مرشحي استقطاب (1 ، 2) كما هو موضح بالشكل ، ثم أسقطت حزمة ضوئية غير مستقطبة على مرشح الاستقطاب الأول ، إذا كانت النسبة بين شدة الضوء النافذ من المرشح الثاني I_2 إلى شدة الضوء النافذ من المرشح الأول I_1 تساوي 0.25 فاحسب الزاوية المحصورة بين محور استقطاب المرشح الثاني ومحور استقطاب المرشح الأول .



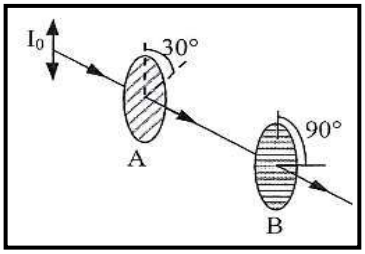
60°

.....

.....

.....

.....



٥ – أسقطت حزمة ضوئية مستقطبة شدتها I_o على مرشحي استقطاب A و B كما بالشكل ، فإذا كان محور استقطاب المرشح A يصنع زاوية 30° مع الحزمة الضوئية الساقطة ، ومحور استقطاب المرشح B يصنع زاوية 90° مع الحزمة الضوئية الساقطة ، فاحسب شدة الضوء النافذ من مرشح الاستقطاب B .

$0.1875\ I_O$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سرعة الموجات الضوئية

١ – يُمكن وصف الضوء بواسطة النماذج الرياضية نفسها التي تُستخدم في وصف الموجات عموماً ، لأن الضوء له خصائص موجية .

٢ – يُمكن قياس سرعة الضوء بدقة ، كما يُمكن قياس تردد الضوء بدقة متناهية باستخدام أجهزة الليزر والزمن المعياري الذي تزودنا به الساعات الذرية ، في حين يتم قياس الطول الموجي بدقة أقل كثيراً ، لذلك تستخدم سرعة الضوء والتردد لحساب الطول الموجي بدقة أكبر .

$$\lambda_o = c / f$$

حيث تُمثل c سرعة الضوء في الفراغ وتساوي $3 \times 10^8\ m/s$

تأثير دوبلر في الضوء

١ – يتضمن تأثير دوبلر في الضوء السرعة المتجهة لكل من المصدر والمراقب إحداهما بالنسبة للأخرى فقط ، وذلك لأن موجات الضوء ليست اهتزازات لجسيمات الوسط الميكانيكي ، كما في الموجات الصوتية .

السرعة النسبية : " هي مقدار الفرق بين السرعتين المتجهتين لكل من المصدر والمراقب "

٢ – العوامل المؤثرة في تأثير دوبلر هي فقط مركبتا السرعتين المتجهتين على امتداد المحور بين المصدر والمراقب .

٣ – لدراسة تأثير دوبلر في الضوء اعتبر أن السرعات النسبية المحورية أقل من سرعة الضوء ($v << c$) ، ويستخدم هذا للتبسيط لتكوين معادلة حول تردد الضوء المراقب .

$$f_{\text{المراقب}} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

تكون الإشارة موجبة إذا تحرك المصدر والمراقب مقتربين أحدهما من الآخر ويكون التردد المراقَب أكبر ، وتكون سالبة إذا تحرك المصدر والمراقب مبتعدين أحدهما عن الآخر ويكون التردد المراقَب أقل .

٤ – صيغت معادلة تأثير دوبلر بدلالة الطول الموجي بدلاً من التردد كالتالي :

$$(\lambda_{\text{المراقب}} - \lambda) = \Delta\lambda = \pm \frac{v}{c}\lambda$$

يكون التغير في الطول الموجي موجباً إذا تحرك المصدر والمراقب مبتعدين أحدهما عن الآخر ، ويكون الضوء مزاح نحو الأحمر ، وفي هذه الحالة يكون التردد المراقَب أقل .
ويكون التغير في الطول الموجي سالباً إذا تحرك المصدر والمراقب مقتربين أحدهما من الآخر ، ويكون الضوء مزاح نحو الأزرق ، وفي هذه الحالة يكون التردد المراقَب أكبر .

٥ – يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية مثل المجرات بالنسبة للأرض ، وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء باستخدام جهاز يسمى المطياف .

٦ – توصل العالم (إدوين هابل) إلى أن الكون يتمدد ، وذلك بتحليل طيف الانبعاث القادم من عدة مجرات ، حيث لاحظ أن خطوط الطيف للعناصر المألوفة كانت ذات أطوال موجية أطول من المتوقع ، أي أنها مزاحة نحو نهاية الطيف ذي اللون الأحمر ، واستنتج من ذلك أن المجرات جميعها تتحرك مبتعدة عن الأرض .

تمارين على الطبيعة الموجية للضوء

١ - ما تردد خط طيف الأكسجين إذا كان طوله الموجي **513 nm** علماً بأن سرعة الضوء **3×10^8 m/s** .
5.85×10^{14} Hz

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

٢ – تتحرك ذرة هيدروجين في مجرة بسرعة **6.55×10^6 m/s** مبتعدة عن الأرض وتبعث ضوءً بتردد **6.61×10^{14} Hz** ما التردد الذي سيلاحظه فلكي على الأرض للضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين ؟
6.47×10^{14} Hz

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

٣ - ينظر فلكي إلى طيف مجرة فيجد أن هناك خطاً لطيف الأكسجين بالطول الموجي **525 nm** في حين أن القيمة المقيسة في المختبر تساوي **513 nm** احسب سرعة تحرك المجرة بالنسبة للأرض ووضح ما إذا كانت المجرة تتحرك مقتربة من الأرض أو مبتعدة عنها . وكيف تعرف ذلك ؟
7.02×10^6 m / s

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

٤ - ما السرعة التي تتحرك بها مجرة بالنسبة للأرض ، إذا كان خط طيف الهيدروجين **486 nm** قد أزيح نحو الأحمر **491 nm** علماً بأن سرعة الضوء **3×10^8 m/s** . **3.09×10^6 m / s**

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

٥ – إذا كان خط طيف عنصر الهيدروجين المعروف بطول موجي **434 nm** مزاحاً نحو الأحمر بنسبة **6.5 %** من الضوء القادم من مجرة بعيدة فما سرعة ابتعاد المجرة عن الأرض ؟ **19.5×10^6 m / s**

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