المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
الإدارة العامة للتعليم بمنطقة مكة المكرمة
الرقم (٢٨٠)
الشئون التعليمية
إدارة نشاط الطالبات

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم
Ministry of Education

الحقيبة التدريبية للأولمبياد الوطني للفيزياء للمرحلة الثانوية

المشرفة التربوية بإدارة نشاط الطالبات

فوزية عائض العتيبي

مديرة إدارة نشاط الطالبات

لمياء عبد العزيز بشاوري

إ. البنيان

الوحدات الفيزيائية

الفيزياء (physics) : هو ذالك العلم الذي يدرس الطاقة و المادة و العلاقة بينهما .

الفيزياء و الرياضيات : تستخدم الفيزياء الرياضيات باعتبارها لغة قادرة على التعبير عن القوانين و الظواهر الفيزيائية بشكل واضح و مفهوم .

الوحدات (Units)

الفيزياء والقياس : القياس هو مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية . و يعتمد علم الفيزياء على قياس الكميات الفيزيائية بشكل كبير حيث تتحدد أي كمية طبيعية بعاملين اثنين هما :

العدد و وحدة القياس

أي أنه لا يمكن ذكر أعداد أو أرقام مجردة دون تحديد الوحدة التي تقاس بها تلك الكمية .

مثال 1 : A) ماذا تعني لك الأرقام التالية :

5	10	4	20	16

الإجابة : هي مجرد أرقام ليس لها أي دلالة .

B) ماذا تعني لك الأرقام الآتية :

5 m	10 Kg	4 s	20 m/s	16 m^2

الإجابة : لكل رقم دلالة حسب وحدة القياس المقترنة به و الجدول التالي يوضح ذالك :

5 m	تعني طول شيء ما	طول غرفة الصف
10 Kg	تعني كتلة شيء ما	كتلة صندوق العصير
4 s	تعني فترة زمنية ما	زمن الاهتزازة للبندول
20 m/s	تعني سرعة شيء ما	سرعة سيارة
16 m^2	تعني مساحة شيء ما	مساحة غرفتي

-لاحظ كيف أن وحدة القياس أعطت مدلولا واضحا للرقم و حددت الكمية الفيزيائية التي قمنا بقياسها ، لذالك نؤكد مره أخرى على أهمية معرفة وحدات القياس و أجزائها ومضاعفاتها لأي كمية فيزيائية

الكميات الفيزيائية (Physical Quantities) : هي التي تبني هيكل الفيزياء ، و بها نكتب القوانين الفيزيائية و تنقسم الكميات الفيزيائية إلى أساسية و مشتقة .

الكميات الأساسية : في الميكانيكا هناك ثلاث كميات أساسية موضحا في الجدول الأتي :

الكميات الأساسية و وحدات قياسها في النظام الدولي ISU		
الكمية الأساسية	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة الأساسية
الطول (L) length	Meter	M
الكتلة (m) mass	Kilogram	Kg
الزمن (t) time	Second	S

ملاحظة :

يسمى النظام الدولي أحيانا النظام الفرنسي عند استخدام cm للطول ، و g للكتلة و s للزمن و يختصر النظام الفرنسي (CGS) ، و هناك النظام البريطاني للوحدات (FBS) حيث تستخدم وحدة القدم للطول ، و حدة الباوند للكتلة ، و وحدة الثانية للزمن .

-أما باقي الكميات في الميكانيكا فتدعى **كميات مشتقة** لأنه يمكن أن نعبر عنها بدلالة الكميات الأساسية الثلاث .

مثال : أعط أمثلة على كميات فيزيائية مشتقة . الجواب : السرعة ، التسارع ، القوة ، الشغل ، الطاقة ، الزخم

تحويل الوحدات *Conversion of Units* :

من الضروري في بعض الأحيان أن نحول الوحدات من نظام إلى آخر و من المهم جدا عند التحويل معرفة عامل التحويل ، فمثلا عند تحويل *100* دولار إلى الريال السعودي لن نستطيع إجراء التحويل دون معرفة عامل التحويل ، أما إن أعطيت عامل التحويل (كل *1* دولار = *3.7* ريال) فيصبح من السهل تحويل المبلغ و يكون الناتج = *100* × *3.7* = *370* ريال

أمثلة محلولة : حول ما يلي :

1) ***50cm*** **إلى *m* :** **الإجابة :** معامل التحويل *1m=100cm* ، بما اننا نرغب بالتحويل من *cm* الى *m* فإننا نقسم على *100* فيكون الحل :

$$L = 50\text{cm} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 0.50\ \text{m}$$

ملاحظة تذكر أن : $\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 1$

2) *3 Kg* إلى *g* : الإجابة : معامل التحويل 1Kg=1000g ،بما أننا نرغب في التحويل من *Kg* إلى *g* فإننا نضرب في *1000* فيكون الحل :

$$L = 3\text{Kg} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{Kg}} = 3000\ \text{g}$$

3) $20km/h$ إلى m/s : هذا التحويل تحويل مزدوج الأول في البسط من Km الى m نضرب في 1000و التحويل الثاني في المقام من h الى s نضرب في 3600 في المقام ($1\ h=60\ min=3600\ s$) ، لذلك معامل التحويل من Km/h الى m/s يكون = $\frac{1000}{3600}$

$$\frac{20Km}{h} \times \frac{1000m}{1Km} \times \frac{1h}{3600s} = \frac{20 \times 1000}{3600} = 5.55m/s$$

4) $450\ cm^3$ إلى m^3 : عند التحويل من cm الى m نقسم على 100 ، ولكن عن التحويل من cm^3 الى m^3 فاننا نقسم على $100 \times 100 \times 100 = 10^6$.

$$450cm^3 \times \frac{1m^3}{10^6\ cm^3} = 4.5 \times 10^{-4}m^3$$

---

5) $10\ mm$ إلى m :لتحويل منmm الى m نقسم على 1000 .

$$10mm \times \frac{1m}{1000mm} = 0.01m$$

تدريبات على لتحويل : حول ما يلي :

1: $30m$ الى mm

2: $25g$ إلى Kg

3: $0.004m^2$ الى cm^2

4: $35m/s$ إلى Km/h

5: $4.66g/cm^3$ إلى Kg/m^3

6: $2days$ الى sec

الإجابات :

1: $30000mm$ ، 2: $0.025Kg$ ، 3: $40cm^2$ ، 4: $126Km/h$ ، 5: $4660Kg/m^3$ ، 6: $518400\ s$

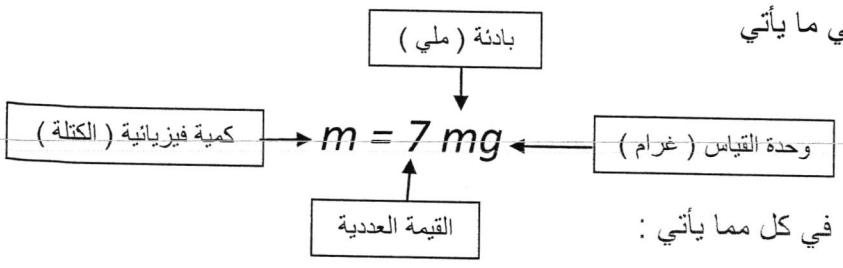
مثال : إذا علمت أن : (الكثافة ρ تساوي الكتلة m تقسيم الحجم V) ، فأوجد كثافة مكعب من الصلب كتلته 856 g و *طول ضلعه* 5.32 cm بوحدات النظام Kg/m^3 ؟

الحل : نحول كتلة المكعب من g إلى Kg ← $m = 856g \times \frac{1Kg}{1000g} = 0.856Kg$

نحسب الحجم ← $V = L^3 = 0.0532^3 = 1.5 \times 10^{-4} m^3$

نحسب الكثافة ← $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.856}{1.5 \times 10^{-4}} = 5706.66 \mathrm{Kg/m^3}$

مثال 3 : ماذا يعني كل رمز و رقم في ما يأتي



:

تدريب 4 : اذكر معنى حرف (m) في كل مما يأتي :

أ : $m = 4\ Kg$ ← m : كمية فيزيائية (الكتلة)

ب : L = 6 m ← m : وحدة قياس للطول (متر)

جـ : $t = 3\ ms$ ← m : بادئة (مللي)

تدريب 5 : ماذا يعني كل رمز و رقم فيما يأتي :

t = 0.3 µs ← *الكمية الفيزيائية (الزمن)* : t ، *وحدة القياس للزمن (الثانية)* = s

البادئة (ميكرو 10^{-6} *)* = µ ، *الرقم المقاس* = 0.3

p = 4 Gw ← *الكمية الفيزيائية (القدرة)* = p ، *وحدة قياس القدرة (واط)* = W

البادئة (جيجا 10^9 *)* ، *الرقم المقاس* = 4

اخي الطالب : تدريب عن البادئات يفيدك بالتعرف على رموزها و قيمها ؟

كم مترا من المسافة في :	كم ثانية من الزمن في : **حاول ان تحل بنفسك**
$5.356\ mm \rightarrow 5.356 \times 10^{-3}\ m$: البادئة m : مللي 10^{-3}	$4.67\ ns \rightarrow$ ..... s البادئة $n = 10^{-9}$
$1.2Km \rightarrow 1.2 \times 10^3\ m$: البادئة K : كيلو 10^3	$24.0\ Ms \rightarrow$ ..... s البادئة $M = 10^6$
$3.4\ pm \rightarrow 3.4 \times 10^{-12}\ m$: البادئة p : بيكو 10^{-12}	$8.5\ \mu s \rightarrow$ ..... s البادئة $\mu : 10^{-6}$

تدريبات إضافية

1) كم ثانية في السنة الكبيسة = $366day$

الحل : $1year \times \frac{366days}{1year} \times \frac{24h}{1day} \times \frac{60min}{1h} \times \frac{60sec}{1min} = 31622400sec$

2) صندوق طوله $19.2cm$ و عرضه $18.1cm$ و ارتفاعه $20.3cm$ اوجد حجم الصندوق بوحدة m^3 ؟

الحل : نحول الطول و العرض و الإرتفاع من cm الى m من خلال القسمة على 100 لكل منها

$$V = L \times w \times h = 0.192 \times 0.181 \times 0.203 = 7.05 \times 10^{-3}\ m^3$$

3) احسب كتلة الماء بوحدة Kg اللازمة لملء وعاء طوله $1.4m$ و عرضه $0.60m$ و عمقه $0.34m$ علما أن كثافة الماء = $1.0g/cm^3$ ؟

الجواب : $m=285.6Kg$

4) ما طول ضلع مكعب بوحدة m إذا كان حجمه $588mm^3$ ؟

الجواب : $L= 0.008377m$

الفصل الثاني: الكميات القياسية (Scalar quantities) و الكميات المتجهة (Vector quantities)

الكميات القياسية (Scalar quantities) و الكميات المتجهة (Vector quantities)

أولا : الكميات القياسية(Scalar quantities): كميات فيزيائية يكفي لتحديدها ذكر مقدارها فقط (العدد)

- يتم التعامل مع الكميات القياسية من خلال العمليات الحسابية (**جمع** ، **طرح** ، **ضرب** ، **قسمة**) بالطرق الجبرية المعتادة و من أمثلة الكميات القياسية : الطول ، الكتلة ، الزمن ، الكثافة ، الحجم ، الشغل ، الطاقة .

مثال1: اشترى احمد 5Kg من التفاح ، ثم قرر شراء 3Kg أخرى من التفاح كم اشترى احمد من التفاح ؟

الحل : نجمع 5Kg مع 3Kg فيكون مجموع ما اشترى أحمد من التفاح = 8Kg

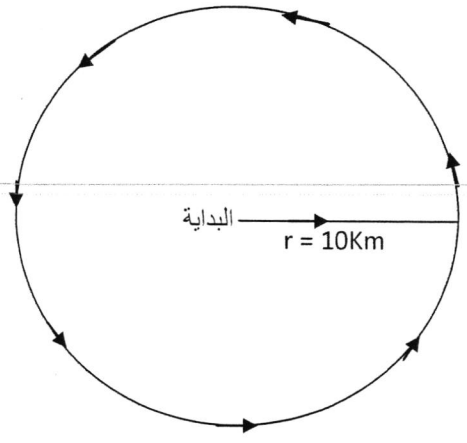
نلاحظ سهولة العمليات الحسابية على الكميات القياسية لأننا نتعامل مع الأعداد فقط

ثانيا : الكميات المتجهة (Vector quantities) : الكميات الفيزيائية التي تحدد بالمقدار و الاتجاه معا

- التعامل مع الكميات المتجهة في العمليات الحسابية (**الجمع** ، **الطرح** ، **الضرب**) ليس بنفس الطريقة التي تعودنا عليها (الطريقة الجبرية) في الكميات القياسية ، و من أمثلة الكميات المتجهة : السرعة المتجهة velocity ، التسارع (acceleration) ، القوة (force) ، الوزن (weight) ...

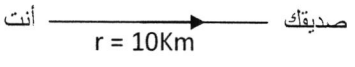
ملاحظة : لتمييز الكميات المتجهة سنرمز لها بأحرف غامقة **Bold**

مثال 2 : لو ذكر لك صديقك أن تلاقيه في مكان يبعد عن برج المملكة 10 km فأين ستذهب ؟



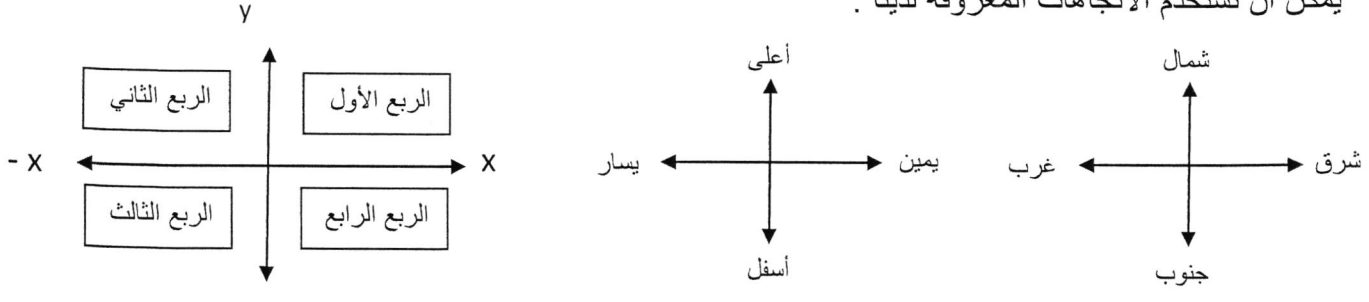
الإجابة : سيكون هناك عدد لانهائي من الأماكن التي يحتمل وجود صديقك بها و هي محيط الدائرة التي نصف قطرها 10km و مركزها برج المملكة ، لأنه يلزمك للوصول إلى زميلك الاتجاه بالإضافة إلى المقدار الذي أعطي لك ، لذالك لن تصل بدون الاتجاه .

-الآن لو أن زميلك ذكر لك أنه متواجد شرق برج المملكة و على بعد 10 km ، في هذه الحالة سيكون من السهل عليك الوصول إليه لأنه أعطى لك المقدار (10km) و الاتجاه (شرق برج المملكة) ، لذالك تعتبر الإزاحة من الكميات المتجه .



أنظمة الإحداثيات (Coordinate Systems)

يمكن أن نستخدم الاتجاهات المعروفة لدينا :



من المهم في حلول مسائل الفيزياء استخدام المرجعيات الصحيحة y -

تمثيل المتجهات : يلزم لتمثيل المتجهات على المحاور x, y معرفة المقدار و الاتجاه و نقطة التأثير ، حيث يتم

اعتماد مقياس رسم مناسب لتمثيل المتجهات

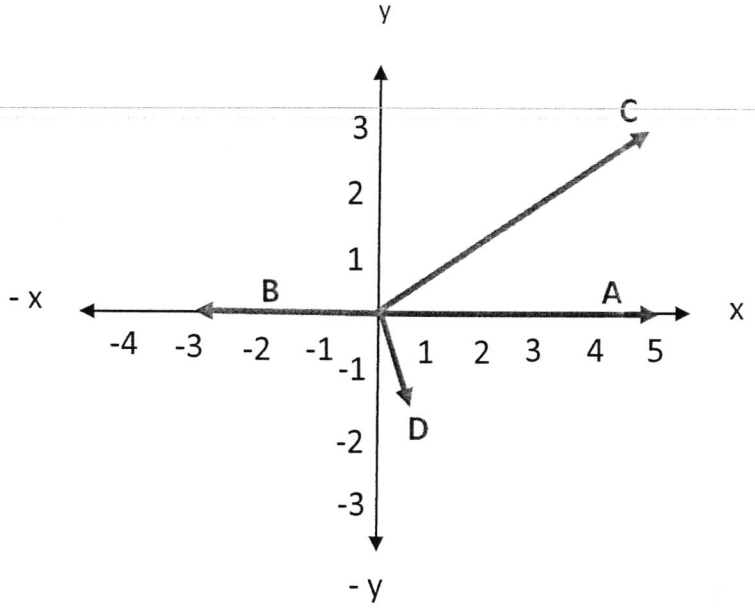
مثال 3 : مثل كل من المتجهات التالية على مجاور الإحداثيات :

أ) المتجه A مقداره $5\ unit$ و اتجاهه شرقا .

ب) المتجه B مقداره $3\ unit$ و اتجاهه غربا .

جـ) المتجه C مقداره $6\ unit$ و اتجاهه بزاوية 30^0 عن محور x عكس عقارب الساعة (يعبر عنها بـ $\theta = 30^0$)

د) المتجه D مقداره $2unit$ و اتجاهه بزاوية 60^0 عن محور x مع عقارب الساعة (يعبر عنها بـ $\theta = -60^0$)



بعض خصائص المتجهات (*some properties of vectors*)

أولا : تساوي متجهين (*Equality of Two Vectors*)

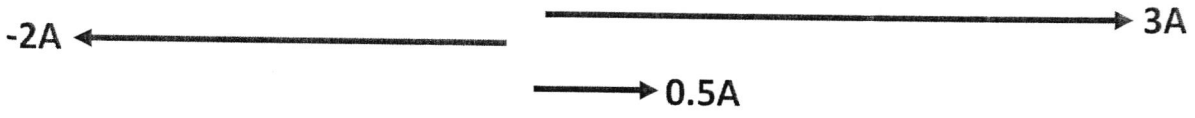
- نقول أن المتجه A يساوي المتجه B ، إذا كان مقدار A يساوي مقدار B و كلاهما في نفس الاتجاه ، و من هذه القاعدة يمكننا نقل المتجه من مكان إلى أخر بشرط المحافظة على المقدار و الاتجاه

يمكن نقل المتجه A إلى أي مكان بشرط ان يبقى له نفس المقدار (الطول بالرسم) و نفس الاتجاه

ثانيا : ضرب المتجه بكمية قياسية (*Multiplying a Vector by Scalar*)

- عند ضرب المتجه بعدد موجب يحافظ المتجه على اتجاهه .
- عند ضرب المتجه بعدد سالب يعكس المتجه اتجاهه .

مثال : إذا كان المتجه A ⟶ كما هو ممثل بالشكل ، فارسم المتجه $3A$ ، $0.5A$ ، $-2A$



ثالثا : جمع المتجهات (*Adding Vectors*)

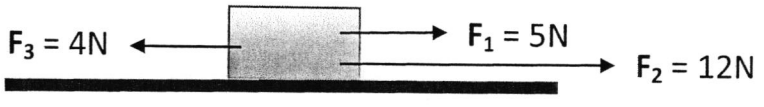
- يحقق جمع المتجهات الخاصية الابدالية : $A+B = B+A$

- يحقق جمع المتجهات الخاصية التجميعية : $(A+B)+C = A+(B+C)$

a **) جمع المتجهات على استقامة واحدة** : و هو ابسط وضع لجمع المتجهات عندما تكون في استقامة واحدة : 1) إن كانت بنفس الاتجاه ($\theta = 0^0$) تجمع جبريا و يكون اتجاه المحصلة بنفس اتجاه المتجهات .

2) إن كانت متعاكسة بالاتجاه ($\theta = 180^0$) تطرح جبريا و يكون اتجاه المحصلة **R** باتجاه الأكبر

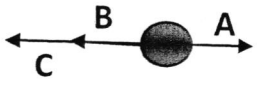
مثال 4 : من الشكل المجاور اوجد محصلة المتجهات **R** (مقدارا و اتجاها) :



الحل : $R = F_1 + F_2 + F_3$

$R = 12 + 5 - 4 = 13N$

A = 6 unit
B = 7 unit
C = 15 unit



تدريب 2 : أوجد المحصلة R للمتجهات في الرسم المجاور

الجواب : $R = -16\ N$

الفصل الثالث : الحركة في بعد واحد (motion in one Dimension)

- العالم جاليليو أول من فكر في تكميم الحركة و إعطاء السرعة قيمة و هو أول من فكر في القصور الذاتي

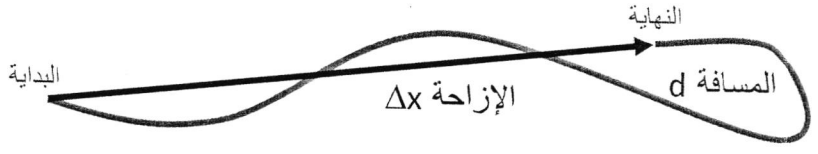
الميكانيكا : تدرس حركة الأجسام (mechanics ; study of objects in motion)	
كينماتيكا (Kinematics)	ديناميك (Dynamics)
تصف حركة الأجسام (Description of how objects move)	لماذا تتحرك الأجسام (Why objects move)

- لوصف حركة الجسم يجب علينا أن نتعرف على المسافة (Distance) و هي كمية قياسية ، و الإزاحة (**Displacement**) و هي كمية متجهة .

قارن بين المسافة و الإزاحة من خلال الجدول التالي :

وجه المقارنة	المسافة	الإزاحة
نوع الكمية	قياسية (مقدار فقط)	متجهة (مقدار و اتجاه)
الرمز	d	Δx
القيم	موجبة أو صفر	موجبة او صفر أو سالب
وحدة القياس	m	m
المفهوم	البعد بين نقطتين	البعد المستقيم المتجه من البداية الى النهاية

المسافة d



مثال1 : تحرك خالد 3m غربا ثم 4m شرقا ، اوجد المسافة و الإزاحة لحركة خالد

الحل : المسافة : $d=3+4=7m$ ، الإزاحة : $\Delta x=-3+4=1m$

تدريب : 1 : دار احمد دورة كاملة في دوار نصف قطرة 100m ، أوجد المسافة و الإزاحة .

الاجابة : المسافة : $d =2\pi r = (2)(3.14)(100)= 628\ m$ ، لاحظ ان المسافة هي محيط الدائرة

الإزاحة : $\Delta x = 0\ m$ ، لأنه رجع إلى نفس نقطة البداية .

2 : اعد حل لفقرة 1 : باعتبار أحمد دار نصف دورة ؟ (حاول أن ترسم السؤال لتفهم الإجابة)

المسافة : $d=314\ m$ ، الإزاحة : $\Delta x = 200\ m$

السرعة (speed) : مقدار المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن

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

$$Average\ speed = \frac{\text{total distance}}{\text{total time}}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$$

- ملاحظات على السرعة (speed) : وحدة قياسها m/s ، السرعة دوما موجبة أو صفر

السرعة المتجهة (Velocity) : الإزاحة خلال وحدة الزمن .

$$\boldsymbol{v} = \frac{\Delta \mathbf{X}}{\Delta \mathrm{t}}$$

$$\boldsymbol{Average\ Velocity} = \frac{\text{total Displacement}}{\text{total time}}$$

$$\text{السرعة المتوسطة المتجهة} = \frac{\text{الازاحة}}{\text{الزمن}}$$

ملاحظات على السرعة المتجهة (Velocity) : وحدة قياسها m/s ، تأخذ قيم موجبة أو صفر أو سالبة .

مثال3 : ما المسافة التي قطعها خالد في 1.5h و هو يركض بسرعة متوسطة 2m/s

لحل السؤال يجب أولا تحويل الزمن ليتوافق مع وحدة السرعة .

$$t = 1.5h \times \frac{3600sec}{1h} = 5400sec$$

نعوض بالقانون المسافة = السرعة × الزمن :

$$d = vt = 2 \times 5400 = 10800m$$

مثال 4 : تحركت سيارة 7km شرقا ، ثم 3km غربا خلال 0.25 h أوجد السرعة المتوسطة ($Average\ speed$) ثم احسب السرعة المتجهة المتوسطة ($Average\ Velocity$)

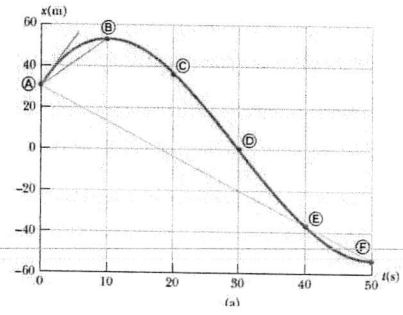
السرعة المتوسطة : $v = \frac{d}{t} = \frac{7+3}{0.25} = \frac{10}{0.25} = 40m/s$

السرعة المتوسطة المتجهة : $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{7-3}{0.25} = \frac{4}{0.25} = 16m/s$ ، باتجاه الشرق

مثال 5 : سافر زياد بسيارته من القرية إلى المدينة بسرعة ثابتة قدرها 70km/h ، وكانت سرعته في أثناء العودة 100km/h ، احسب السرعة المتوسطة (speed) لسيارة زياد خلال الرحلة . علما ان المسافة بين القرية والمدينة = 160 Km

السرعة المتوسطة : $v = \frac{d_1+d_2}{t_1+t_2} = \frac{160+160}{\frac{160}{70}+\frac{160}{100}} = \frac{320}{3.886} = 82.34m/s$

تذكر أن : $v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v}$



منحنى الموقع و الزمن (Position vs time)

- يمكن حساب الإزاحة لأي فترة زمنية من خلال العلاقة الرياضية :

$$\Delta x = x_f - x_i$$

- يمكن حساب السرعة المتجهة (**velocity**) من ميل منحنى (الموقع - الزمن)

مثال :احس السرعة المتوسط المتجهة بين النقطتين A,D ؟

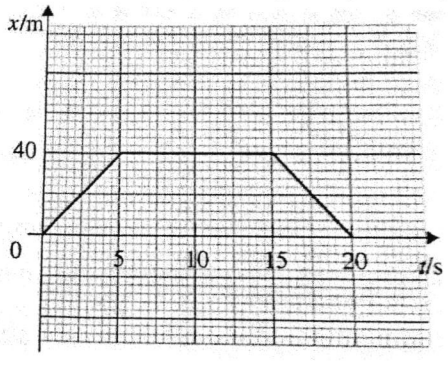
الحل : ميل الخط المستقيم بين النقطة A و النقطة B يمثل السرعة المتوسطة المتجهة ، لذلك نجد الميل

تذكر أن ميل الخط المستقيم slop = فرق الصادات على فرق السينات ، $slop = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

من الرسم لاحظ أن احداثيات النقطة A هي : (0,30) ، احداثيات النقطة B هي : (30,0)

$$v = \frac{30-0}{0-30} = -1m/s$$

مثال 7 : الرسم البياني يمثل حركة جسيم نقطي بخط مستقيم بالنسبة للزمن ، احسب السرعة المتوسط و السرعة المتجهة المتوسطة خلال 20s ؟



الحل : السرعة المتوسطة = المسافة ÷ الزمن

$$v = \frac{d}{t} = \frac{80}{20} = 4m/s$$

السرعة المتوسطة المتجهة = الإزاحة ÷ الزمن

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0}{20} = 0\ m/s$$

الإزاحة = صفر ، لان الجسم تحرك ذهابا و إيابا و رجع الى نفس نقطة البداية .

التسارع (Acceleration) : هو معدل تغير السرعة المتجهة بالنسبة للزمن .

$$Average\ \boldsymbol{Acceleration} = \frac{\text{change in velocity}}{\text{time interval}}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_.}{t - t_.}$$

- ملاحظات على التسارع : وحدة التسارع m/s^2 ، التسارع كمية متجهة .

مثال 9 : تبلغ سرعة سيارة على قمة تلة 10m/s و بعد مرور 2s أصبحت سرعة السيارة 26m/s باتجاه أسفل التلة ، احسب تسارع السيارة .

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_.}{t - t_.}$$

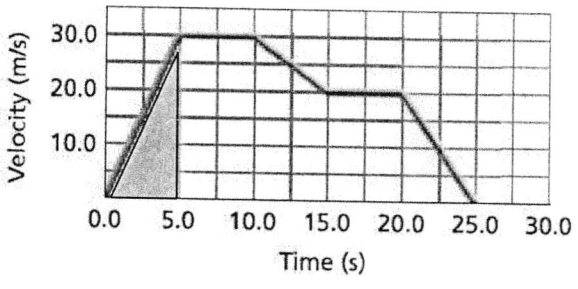
$$\bar{a} = \frac{26 - 10}{2} = 8m/s^2$$

ماذا تعني لك الإجابة ؟ أن السيارة تزداد سرعتها باتجاه أسف التل بمقدار 8m/s في كل 1s

حساب التسارع المتوسط من منحنى السرعة مع الزمن (av - t) :

يمكننا حساب التسارع في فترة زمنية ما بحساب ميل منحنى السرعة مع الزمن

مثال 10 : استعن بالشكل الآتي و احسب



1 : تسارع الجسم المتحرك في الأزمنة التالية :

أ) خلال أول 5s من الرحلة

$$\boldsymbol{a} = \frac{30 - 0}{5 - 0} = 6\ m/s^2$$

ب) بين 10s و 15s من الرحلة

$$\boldsymbol{a} = \frac{20 - 30}{15 - 10} = -2m/s^2$$

جـ) بين 15s و 20s من الرحلة

$$\boldsymbol{a} = \frac{20 - 20}{20 - 15} = 0\ m/s^2$$

تذكر عزيزي الطالب :

أن ميل الخط المستقيم لمنحنى السرعة المتجهة و الزمن يمثل التسارع

أن المساحة تحت المنحنى تمثل الإزاحة

2 : إزاحة الجسم في أول 5s من الرحلة : الحل / مساحة المثلث المضلل تمثل الازاحة .

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{القاعدة} \times \text{الارتفاع} = \frac{1}{2} \times 5 \times 30 = 75\text{m}$$

اختبر فهمك 2 :

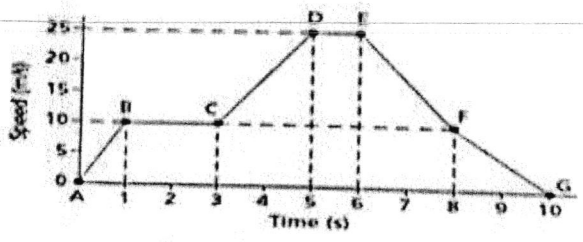
1) هل السرعة المتجهة و التسارع دائما بنفس الاتجاه ؟ و ضح إجابتك ؟

الجواب : لا ، لأنه قد يكون الجسم يتباطأ فتكون السرعة المتجهة والتسارع متعاكسان في الاتجاه

2) هل من الممكن أن يكون تسارع الجسم يساوي صفرا و سرعته المتجهة لا تساوي صفرا ؟ وضح إجابتك ؟

نعم ، الجسم يسير بسرعة ثابتة (مثل v=5m/s) لا تتغير سرعته لذلك تسارعه يساوي صفراً .

4) استخدم الرسم البياني المجاور الذي يمثل سرعة جسيم بالنسبة للزمن للإجابة عن الأسئلة التي تليه :



a) احسب التسارع في الفترة الزمنية من 3s إلى 5s

b) السرعة المتوسطة خلال الفترة الزمنية من 6s إلى 8s

c) المسافة المقطوعة خلال أول 3s من الرحلة

d) في أي مراحل الحركة كان للجسم اكبر تسارع

e) خلال الفترة الزمنية من 8s إلى 10s ماذا حصل لسرعة الجسم

f) ما هي أعلى سرعة وصل إليها الجسم أثناء حركته

الجواب :

a: التسارع = $7.5m/s^2$ ، نحسب ميل الخط المستقيم بين C→D

b: السرعة المتوسطة = 17.5m/s ، نحسب المسافة الكلية و نقسمها على الزمن الكلي

c: المسافة المقطوعة = 25m ، نحسب المساحة تحت المنحنى (مساحة المثلث) في أول 5s

d: A→B : لانه كان لديه أكبر تغير في السرعة

e: تناقصت سرعة الجسم حتى توقف .

f: اعلى سرعة = 25m/s ، من خلال النظر إلى الشكل و معرفه اكبر سرعة

السقوط الحر (Free Fall)

- متى نسمي الحركة سقوطا حرا ؟ إذا كان الجسم يتحرك **بتأثير قوة الجاذبية فقط** ، وقريبا من سطح الأرض

(جسم سقط من السكون - قذف جسم إلى الأعلى - قذف جسم إلى الأسفل)

جميعها حالات للسقوط الحر ، تسارع الجاذبية الأرضية $g = -9.8\ m/s^2$

المقدار = $9.8\ m/s^2$ والاتجاه دوما للأسفل نحو مركز الأرض (إشارة السالب)

- تصل الأجسام الثقيلة والخفيفة في نفس الوقت إذا سقطت في الفراغ

اختبر فهمك 3 :

1- ماذا يحصل لسرعة في مرحلة الصعود ..... تقل ..... مرحلة الهبوط ..... تزداد .....

2- ما **قيمة** التسارع في أ- الصعود ... 9.8 ... ب- الهبوط .. 9.8 ... ج- أقصى ارتفاع ... 9.8 ....

3- هل يقطع الجسم مسافات متساوية في أزمنة متساوية أثناء حركته في السقوط الحر ؟

لا ، لانه يتسارع فتزداد سرعته مع مرور الزمن لذلك تزداد المسافة المقطوعة مع مرور الزمن

4 - إذا كان تسارع الجاذبية على سطح المريخ يساوي $\frac{1}{3}$ تسارع الجاذبية على سطح الارض فإذا قذفت كرة الى اعلى من على سطح كل من المريخ و الأرض بالسرعة نفسها ، قارن بين أقصى ارتفاع وزمن التحليق لكرة على سطح الأرض والمريخ ؟

اقصى ارتفاع : تصل الكرة الى ارتفاع اكبر على سطح المريخ لان جاذبيته أقل

زمن التحليق : زمن تحليق الكرة على سطح المريخ أكبر لان جاذبيته أكبر و ارتفع الى ارتفاع اكبر

5 - افرض انك قذفت كرة إلى أعلى ، صف التغيرات في كل من سرعة الكرة وتسارعها ؟

السرعة : تقل والكرة صاعدة للاعلى حتى تتوقف لحضيا و تصبح سرعتها صفرا ثم تعود السرعة و تزداد والكرة نازله للأسفل

التسارع : ثابت مقدارا (9.8) و اتجاها (للأسفل) اثناء الصعود و النزول و اقصى ارتفاع

6 - أطلقت رصاصتين بسرعة 30m/s احدهما (A) إلى أعلى والأخرى (B) إلى أسفل جرف فأي تعبير يصف السرعة النهائية لكلاهما عند ارتطامهما أسفل الجرف

$v_a < v_b$ ، $\underline{v_a = v_b}$ ، $v_a > v_b$ ، $2v_a = v_b$ ، $v_a = 2\,v_b$

1- اسقط عامل بناء عرضا قطعة قرميد من سطح بناية ، فما سرعة القطعة بعد 4 s ؟

$$v = v_. + at = 0 + (-9.8)(4) = -39.2m/s$$

مقدار السرعة : 39.2m/s ، اتجاه السرعة : للأسفل (-)

قوانين نيوتن في الحركة (Newton`s Law)

قوانين نيوتن في الحركة (Newton`s Law)

- القوة : مؤثر يؤثر على الجسم فيغير حالته أو شكله أو سرعته أو اتجاهه .....

- القوة كمية متجهة و وحدة قياسها نيوتن N

قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي) :

(الجسم الساكن أو المتحرك بسرعة ثابتة و بخط مستقيم يبقى على حالته ما لم تؤثر عليه قوة خارجية)

-هذا يعني أن الجسم الساكن و المتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم يكون تسارعه = صفرا ⟸ مجموع القوى المؤثرة عليه = صفرا .

$\sum F = 0$	$a = 0$

- يطبق الشرط السابق على الأجسام المتزنة انتقاليا و ليس دورانيا .

- يدعى قانون نيوتن الأول بقانون القصور ، و القصور يعني ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته من السكون أو الحركة

سؤال : أيهما أسهل تحريك سيارة صغيرة أم سيارة من السكون ؟

الجواب : سيارة صغيرة لان كتلتها أقل فيكون قصورها الذاتي أقل .

اختبر فهمك 1 :

1 : في أي الحالات التالية تكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم **لا تساوي صفرا** :

(يسير بسرعة ثابتة و بخط مستقيم ، في حالة سكون ، **يتحرك بمسار دائري**، في حالة اتزان سكوني أو حركي)

من خلال إجابتك للسؤال السابق : هل القمر في حالة اتزان خلال دورانه حول الأرض ؟ وضح إجابتك ؟

لا ، لأنه يدور حول الأرض مما يكون قوة تدعى القوة المركزية اتجاها نحو المركز .

2 : إذا تحرك جسم بسرعة ثابتة باتجاه الشمال فان اتجاه كلا من تسارعه و محصلة القوى المؤثرة عليه تكون باتجاه ؟

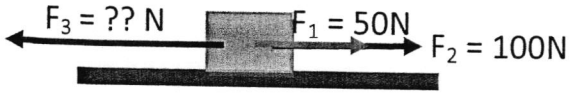
الجواب : ليس هناك قوة محصلة ولا تسارع للجسم لذلك لن يكون هناك اتجاه

3 : افترض أن تسارع جسم ما يساوي صفرا ، فهل يعني هذا عدم وجود أية قوى تؤثر فيه ؟

الجواب : توجد قوى تؤثر عليه ولكن محصلة هذه القوى تساوي صفرا

تدريب 1 : انظر الشكل المجاور و بين قيمة F_3 التي تجعل الجسم يسير بسرعة ثابتة على السطح الأفقي الأملس .

الجواب : حتى يسير الجسم بسرعة ثابتة يجب ان تكون محصلة القوى على الجسم تساوي صفرا



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

$$0 = 100 + 50 + F_3 \rightarrow F_3 = -150N$$

مقدار $F_3 = 150N$ ، اتجاه F_3 هو اتجاه الغرب (-)

قانون نيوتن الثاني :

يتناسب تسارع (a) الجسم طردياً مع مجموع القوى المؤثرة عليه ($\sum F$) و عكسيا مع كتلته (m) .

العلاقة الرياضية لقانون نيوتن الثاني	$\sum \mathbf{F} = \mathrm{m}\,\mathbf{a}$

اختبر فهمك 2 :

1 - يكون اتجاه التسارع دائما في اتجاه (الإزاحة ، السرعة الابتدائية ، السرعة النهائية ، **محصلة القوى**) ؟

2- من خلال الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني عرف معنى وحدة نيوتن ؟

الجواب : قوة تؤثر على جسم كتلته 1Kg فيكتسب تسارع قدره $1m/s^2$

مثال 2 : يتعلم أحمد التزلج على الجليد ويساعده أبوه بأن يسحبه بحيث يكسبه تسارعا مقداره $0.80\ m/s^2$ فإذا كانت كتلة أحمد 28kg فما قوة الأب التي يسحبه بها (يهمل الاحتكاك) ؟

$$F = ma \rightarrow F = 28 \times 0.80 \rightarrow F = 22.4N$$

قوة الجاذبية والوزن :

يطلق على القوة التي تجذب الأجسام نحو الأرض بقوة الجاذبية (F_g : Force of gravity) وتتجه هذه القوة نحو مركز الأرض ويطلق عليها وزن الجسم (Weight) ويمكن حساب الوزن من العلاقة الرياضية :

m : الكتلة مقاسه بوحدة kg	$\mathbf{F_g = mg}$
g : مقدار تسارع الجاذبية $9.8m/s^2$	
F_g : قوة الجاذبية (الوزن) مقاسه بوحدة N	

اختبر فهمك: عند قذف كرة كتلتها m نحو الأعلى بسرعة ابتدائية ، مهملا مقاومة الهواء ما هي القوة المؤثرة على الكرة عند أقصى ارتفاع ؟

الجواب : قوة الجاذبية الأرضية فقط .

مثال 3 : يبين ميزانك المنزلي أن وزنك 600N ، فما كتلتك على الأرض وكتلتك على سطح القمر ووزنك على سطح القمر علما أن تسارع الجاذبية على القمر يساوي $1.6m/s^2$ ؟

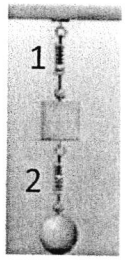
الجواب : كتلتك على سطح الأرض :

$$F_g = mg \quad \rightarrow \quad 600 = m \times 9.8 \quad \rightarrow \quad m = \frac{600}{9.8} \quad \rightarrow \quad m = 61.22Kg$$

كتلتك على سطح القمر = كتلتك على سطح الأرض = 61.22Kg : لا تتغير الكتلة بتغير المكان أو الكوكب

وزنك على سطح القمر : $F_{g.m} = mg_{moon} \quad \rightarrow F_{g.m} = 61.22 \times 1.6 \quad \rightarrow \quad F_{g.m} = 97.95N$

تدريب2 : يبين الشكل مكعب خشبي كتلته m_1= 1.2kg وكرة كتلتها m_2= 3.0 kg



ما قراءة كل من الميزانين (اهمل كتلة الميزانين) ؟

$$F_{g_2} = m_2 g \rightarrow \quad F_{g_2} = 3 \times 9.8 = 29.4N$$

$$F_{g_1} = (m_1 + m_2)g \rightarrow \quad F_{g_1} = (1.2 + 3) \times 9.8 = 41.16N$$

قانون نيوتن الثالث : الفعل ورد الفعل (Action , Reaction)

لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية لها بالمقدار ومعاكسة لها بالاتجاه ، خطا عملهما على استقامة واحدة .

- هذا يعني إذا كان جسم A يؤثر بقوة نحو الشرق على الجسم B فإن الجسم B سيؤثر بقوة على الجسم A تساوي مقدار القوة للجسم A وباتجاه الغرب

- يمكن كتابة تعبير رياضي للقانون الثالث لنيوتن كما يلي : $\mathbf{F_{ab} = -F_{ba}}$

اختبر فهمك 3 :

1- الحصان يجر العربة بفعل والعربة تجر الحصان بردة فعل لماذا تتحرك العربة ؟

الجواب : لأنهم جسمين مختلفين ، فتعتمد الحركة على احتكاك كل منهما مع الأرض وبما أن احتكاك الحصان مع الأرض أكبر من احتكاك العربة مع الأرض يتغلب الحصان على العربة و يجرها . تخيل ان الارض ملساء هل يستطيع الحصان ان يجر العربة ؟ الجواب لا

2- عند اصطدام شاحنة بذبابة وجها لوجه أيهما أكبر قوة الشاحنة على الذبابة أم قوة الذبابة على الشاحنة ، وضح إجابتك ؟

الجواب : كلا القوتان متساويتان (حسب قانون نيوتن الثالث) لأنهم فعلا و رد فعل

3- إذا كان الفعل يساوي 100N نحو الشرق ، فإن رد الفعل يساوي 100 N نحو الغرب ، فهل هذا يعني أن محصلتهما تساوي صفر وضح إجابتك ؟

الجواب : لا ، لأنهم جسمين مختلفين فلا يكون لهم محصلة .

الشغل والطاقة والقدرة(Work , energy and power)

الشغل (Work) : كمية قياسية ناتجة عن الضرب القياسي لمتجه القوة في متجه الإزاحة

W : الشغل ويقاس بوحدة J	$W = F \cdot d = F\, d \cos\theta$
F : القوة مقاسه بوحدة نيوتن N	
d : الإزاحة مقاسه بوحدة المتر m	
θ : الزاوية بين متجه القوة ومتجه الإزاحة	

اختبر نفسك 1 :

1 : ما هي اشارة الشغل عندما :

a: القوة والإزاحة في نفس الاتجاه ؟ الجواب : موجبة ، لان $\cos 0 = +1$

b: القوة والإزاحة متعاكستان في الاتجاه ؟ الجواب : سالبة ، لان $\cos 180 = -1$

c : القوة والإزاحة متعامدتان في الاتجاه ؟ الجواب : صفر ، لان $\cos 90 = 0$

دلالة إشارة الشغل :

1: عندما يكون الشغل موجبا تكون القوة والإزاحة بنفس الاتجاه وهذا يدل على زيادة طاقة الجسم الحركية (قوة تدفع جسما للأمام على سطح أفقي)

2: عندما يكون الشغل سالبا تكون القوة والإزاحة متعاكستان بالاتجاه وهذا يدل على نقصان طاقة الجسم الحركية (قوة الاحتكاك لجسم يتحرك على سطح أفقي)

اختبر فهمك 2 : ما مقدار الشغل المبذول من القوة المركزية على جسم يدور في مسار دائري بسرعة ثابتة ؟

الجواب : الشغل = صفرا ، لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة تساوي 90° .

مثال 1: يسحب بحار قاربا مسافة 30.0m باتجاه رصيف الميناء مستخدما حبل يصنع زاوية 25.0^0 فوق المحور الأفقي ، ما مقدار الشغل الذي يبذله البحار على القارب إذا اثر بقوة مقدارها 255N في الحبل .

$$w = Fd\cos\theta = 255 \times 30.0 \times \cos(25.0) \rightarrow w = 6933.25J$$

الشغل في مجال الجاذبية (Work in Gravitational Field)

- تذكر أن الشغل يحسب من العلاقة $W = F \cdot d$
- تذكر أن قوة الجاذبية الأرضية دائما اتجاهها إلى الأسفل و تحسب من العلاقة $F_g = mg$
- تذكر أن $\cos0 = 1$ ، $\cos180 = -1$
- شغل الجاذبية لا يعتمد على المسار للجسم وإنما يعتمد على الإزاحة الراسية فقط .

الجسم يرتفع إلى أعلى	الجسم ينزل للأسفل
تكون الزاوية بين F و d = 180^0	تكون الزاوية بين F و d = 0^0
عندها يكون الشغل المبذول من قبل قوة الجاذبية	عندها يكون الشغل المبذول من قبل قوة الجاذبية
$W_g = -mgd$	$W_g = mgd$

إضاءة : معرفة الزاوية بين متجه القوة المراد حساب شغلها و متجه الإزاحة للجسم يبسط مفهوم الإشارة (+ ، -) في حل المسائل

مثال 2 : تؤثر قوة في جسم كتلته 15kg لرفعه إلى مسافة عمودية قدرها 6m ، أوجد

a : الشغل المبذول بواسطة القوة لرفع الجسم ؟

الجواب : لاحظ ان القوة للأعلى و الإزاحة للأعلى أي انهما بنفس الاتجاة و اشارة الشغل موجبة (+)

$$w = Fdcos\theta = mgdcos0 = 15 \times 9.8 \times 6 \times 1 = 882J$$

b : الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية الأرضية

الجواب : لاحظ أن قوة الجاذبية للأسفل و الإزاحة للأعلى أي انهما متعاكستان و إشارة الشغل سالبة (-)

$$w_g = F_g dcos\theta = mgdcos180 = 15 \times 9.8 \times 6 \times -1 = -882J$$

الطاقة (Energy) : القدرة على بذل شغل .

- الطاقة كمية قياسية تقاس بوحدة جول (J) حيث ($J = 1N \cdot 1m = 1kg \cdot m^2 / s^2$)
- ترتبط الطاقة بوضع الجسم و حالته .
- تأمل الطبيعة من حولك فهي إما أن تكون طاقة أو مادة .

- الطاقة تنتقل من جسم إلى آخر و تتحول من شكل إلى آخر .

- أنواع الطاقة : ميكانيكية (حركية و كامنة) ، كهربائية ، ضوئية ، مغناطيسية ، ....

الطاقة الميكانيكية	
الطاقة الحركية (kinetic energy)	الطاقة الكامنة (potential energy)
طاقة يكتسبها الجسم نتيجة لحركته و تحسب من القانون التالي :	طاقة يكتسبها الجسم نتيجة لموضعه و الطاقة لأي قوة محافظة (قوة الجاذبية و قوة الزنبرك) = - W
$KE = \frac{1}{2} m v^2$	$PE = mgh$

مستوى الإسناد : هو المستوى الذي يقاس منه ارتفاع الجسم

<u>اختبر فهمك 6:</u> ما نوع الطاقة التي يمتلكها الجسم في الحالات التالية معتبرا أن سطح الأرض هو مستوى الإسناد

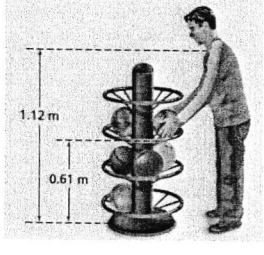
1 : جسم يتحرك على سطح الأرض بسرعة قدرها v : KE

2 : جسم ساكن على ارتفاع 3m عن سطح الأرض : PE

3 : جسم يسقط من ارتفاع 5m بسرعة ابتدائية 3m/s : KE+PE

4 : نابض مضغوط بمقدار 10cm : PE

<u>مثال 6 :</u> إذا رفعت كره بولنج كتلتها 7.3kg من سلة الكرات إلى مستوى كتفك ، و كان ارتفاع سله الكرات عن سطح الأرض 0.610m و ارتفاع كتفك 1.12m عن نفس المستوى فما مقدار



a: طاقة الوضع لكره البولنج و هي على كتفك بالنسبة للأرض ؟

الجواب : في هذه الحالة تكون h=1.12m

$$PE = mgh = 7.3 \times 9.8 \times 1.12 = 80.12J$$

b: طاقة وضع لكره البولنج على كتفك بالنسبة إلى سلة الكرات ؟

الجواب : في هذه الحالة تكون h=1.12-0.610=0.51m

$$PE = mgh = 7.3 \times 9.8 \times 0.51 = 36.485J$$

القدرة (Power)

متوسط القدرة : هي الشغل المبذول خلال وحدة الزمن	القدرة اللحظية : حاصل ضرب القوة في سرعة الجسم عند تلك اللحظة
$P_{avg} = \frac{W}{\Delta t}$	$P = F \cdot v$
P_{avg}: متوسط القدرة	F : القوة
W: الشغل المبذول على الجسم	v : السرعة اللحظية
Δt : الفترة الزمنية	
عندما تكون السرعة ثابتة (التسارع يساوي صفرا) فإن متوسط القدرة يساوي القدرة اللحظية	
يمكن حساب متوسط القدرة من العلاقة $P_{avq} = F.v_{avq}$ بشرط أن تكون v هي متوسط السرعة .	

تدريب4: تدفع قوة أفقية قدرها 200N جسم على سطح أفقي بسرعة ثابتة قدرها 5m/s ، اوجد قدرة هذه القوة ؟

$$P = Fv = 200 \times 5 = 1000w$$

مثال 9 : يتم سحب عربة عن طريق التأثير في مقبضها بقوة مقدارها 38.0N وتصنع زاوية 42.0^0 مع خط الأفق فإذا سحبت العربة بحيث أكملت مسارا دائريا نصف قطره 25.0m ، فما مقدار الشغل المبذول ؟

الجواب : الشغل المبذول يساوي صفرا ، لان الإزاحة تساوي صفرا .

تدريب 5 : تضخ مضخة مياه وضعت على بئر المياه من عمق 27m بواقع 1360Kg/min ، احسب قدرة المضخة ؟

الجواب : لاحظ أن الشغل في هذا السؤال هو شغل ضد الجاذبية و أن الزمن هنا = 60s=1min

$$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{\mathrm{t}} = \frac{1360 \times 9.8 \times 27}{60} \rightarrow P = 5996.6w$$

الزخم الخطي (Linear momentum)

الزخم : لجسم ما يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة

p : زخم الجسم kg.m/s	**p = m . v**
m : كتلة الجسم kg	
v : سرعة الجسم المتجه m/s	

الزخم كمية متجهة ويكون اتجاه الزخم دوما باتجاه سرعة الجسم .

اختبر فهمك 1 :

1: هل يختلف زخم سيارة تتحرك جنوبا عن زخم السيارة نفسها عندما تتحرك شمالا ، إذا كان مقدار السرعة في الحالتين متساويا ؟

الجواب : نعم يختلف ، لأن اتجاه السرعة اختلف مما يؤدي الى اختلاف اتجاه الزخم

2: أيهما له زخم أكبر ، باص مدرسة يقف عند إشارة مرور أم ذبابة تطير في المكان ؟

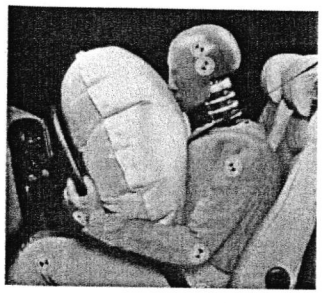
الجواب : الذبابة لانها تتحرك و لها سرعة ، اما زخم الباص = صفرا ، لانه ساكن لا يتحرك .

مثال 1 : كرة بيسبول كتلتها 0.175kg وسرعتها 40m/s احسب زخمها ؟

$$P = mv = 0.175 \times 40 \rightarrow P = 7Kg.m/s$$

الدفع و الزخم (Impulse and Momentum) :

- يمكننا إعادة كتابة القانون الثاني لنيوتن (F = ma) باستخدام تعريف التسارع (تغير السرعة على الزمن) ويمكن تمثيلها بالمعادلة :



$$\boldsymbol{F} = m\,\boldsymbol{a} \rightarrow \boldsymbol{F} = m\,\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\boldsymbol{F}.\Delta t = m\,.\Delta \boldsymbol{v}$$

- يمثل المقدار (F . Δt) الدفع (I) هو كمية متجهة .
- ويمثل المقدار (m . Δv) تغير الزخم (Δp) هو كمية متجهة .
- لذلك يمكن إعادة كتابة قانون نيوتن الثاني (F= ma) ليصبح (I = Δp)

الدفع = تغير الزخم

اختبر فهمك 2 :

1: وحدة قياس الزخم (kg.m/s) ووحدة قياس الدفع (N.s) فهل هما متساويتان ؟ وضح إجابتك ؟

الجواب : نعم ، $N.s = \frac{Kg.m}{s^2}.s \rightarrow N.s = Kg.\frac{m}{s}$

2: معتمدا على نظرية (الدفع = تغير الزخم) فسر مبدأ عمل الوسائد الهوائية في السيارات ، مبينا فائدتها .

الجواب: تقوم الوسائد الهوائية بزيادة الزمن و تقليل القوة حسب العلاقة العكسية التي بينهم

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

3: أيهما أسلم وأكثر أمانا إيقاف الشاحنة باصطدامها بكومة الرمل أم اصطدامها بالجدار ؟

الجواب : اصطدامها بكومة رمل ، لان ذلك يزيد من زمن التصادم و يقلل من قوة التصادم

4: بين متى يكون اتجاه الدفع مع اتجاه تغير الزخم .

الجواب : دائما يكون اتجاههما معا

5: بين متى يكون اتجاه الدفع مع اتجاه الزخم .

الجواب : عندما تزداد السرعة

مثال 2 : تتحرك سيارة صغيرة كتلتها 750kg بسرعة30m/s في اتجاه الشرق ، عبر عن حركة السيارة برسم تخطيطي واحسب :

a : مقدار زخمها وحدد اتجاهه وارسم سهما على السيارة يعبر عن الزخم ؟

الجواب : $P = mv = 750 \times 30 = 22500Kg.m/s$

b: إذا ضغط السائق على الكابح بشدة لإبطاء السيارة خلال 2.0s وكان متوسط القوة المؤثرة في السيارة لإبطائها يساوي 5000N فما التغير في زخم السيارة ، أي ما مقدار واتجاه الدفع على السيارة

$$I = \Delta P \rightarrow \Delta P = F.\Delta t \rightarrow \Delta P = -5000 \times 2.0 = -1000N.s$$

اختبر فهمك 3 :

1- يصوب رام سهامه في اتجاه هدف فتنغرز بعضها ويرتد البعض عن الهدف ، إذا فترضنا أن كتلة وسرعة السهام المتجهة متساوية فأيها ينتج دفعا اكبر على الهدف .

الجواب : السهام التي ترتد تحدث زخما أكبر ، لانها عند ارتدادها تغير من سرعتها فيزداد بذلك تغير زخمها ، على عكس السهام التي تنغرس فتتوقف و يصبح تغير زخمها فقط هو زخمها الابتدائي

3- لديك سيارة كتلتها m وسرعتها **v** تسير في خط مستقيم إذا ضاعفنا سرعتها بنفس الاتجاه فكم تصبح طاقتها الحركية وزخمها مقارنة بالحالة الابتدائية وأيهما كمية قياسية وأيهما كمية متجهة .

الجواب : الزخم يتضاعف مرتين و هو كمية متجهة .

الطاقة تتضاعف أربع اضعاف و هي كمية قياسية .

تم بحمد الله و فضله

1436/1/22هـ