الكمية الفيزيائية	الرمز	الوحدة الدولية
الطول، المسافة، الارتفاع	h, d وx, L	m
نصف قطر، طول الموجة	λ, r	
المساحة	S	m^2
الحجم	V	m^3
الزاوية	θ	rad
الزمن	t	sec
التواتر	f	Hz
الكتلة	m	kg
عزم العطالة	I_Δ	$kg.m^2$
العزم الحركي	L	$kg.m^2.rad.s^{-1}$
عزم (القوة، مزدوجة الفتل)	$\Gamma_\eta, \Gamma_\Delta$	$m.N$
السرعة الخطية	v	$m.s^{-1}$
السرعة الزاوية	ω	$rad.s^{-1}$
التسارع الخطي	a	$m.s^{-2}$
التسارع الزاوي	α	$rad.s^{-2}$
كمية الحركة	p	$kg.m.s^{-1}$
الطاقة (مكثفة، حركية، كامنة مرونية)	E_p, E_k, E_c	$Joul$
كمية الحرارة	Q	
العمل	W	
القوة (كهربائية، ثقل، الشد،...)	T, W, F	N
ثابت صلابة النابض	k	$N.m^{-1}$
ثابت الفتل	k	$m.N.rad^{-1}$
ثابت الجاذبية الكوني	G	$N.m^2.kg^{-2}$
الشحنة الكهربائية (كمية الكهرباء)	q	C كولوم
السعة الكهربائية (سعة المكثفة)	C	F فاراد
شدة التيار الكهربائي	I	A أمبير
الحقل الكهربائي	E	$N.C^{-1}$ أو $V.m^{-1}$
التوتر الكهربائي (فرق الكمون)	V أو U	$Volts$
الاستطاعة الكهربائية	P	$Watt$
الضغط	P	Pa
التوتر السطحي	γ	$N.m^{-1}$
معامل لزوجة الماء	η	$Pa.sec$

التحويلات

$\text{msec} \xrightarrow{\times 10^{-3}} sec$	$\text{km} \xrightarrow{\times 10^{3}} m$	$\text{L} \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$
$\text{hour} \xrightarrow{\times 3600} sec$	$\text{cm} \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$	$\text{cm}^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$
$\text{hour} \xrightarrow{\times 3600} sec$	$\text{mm} \xrightarrow{\times 10^{-3}} m$	$\text{cm}^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$
$\text{gr} \xrightarrow{\times 10^{-3}} kg$	$\text{A°} \xrightarrow{\times 10^{-10}} m$	$\text{g.cm}^{-3} \xrightarrow{\times 10^{3}} kg.m^{-3}$
$\text{ev} \xrightarrow{\times 1.6\times 10^{-19}} J$		$\text{cm.s}^{-1} \xrightarrow{\times 10^{-2}} m.s^{-1}$
$\text{nF, nC} \xrightarrow{\times 10^{-9}} F, C$		$\text{km.h}^{-1} \xrightarrow{\times 10^{3}} m.s^{-1}$
$\mu\text{A}, \mu\text{V}, \mu\text{F}, \mu\text{C} \xrightarrow{\times 10^{-6}} A, V, F, C$		

علاقات رياضية

السرعة الخطية	$v = \frac{\text{المسافة } x}{\text{الزمن } t}$	السرعة الزاوية	$\omega = \frac{\text{الزاوية } \theta}{\text{الزمن } t}$
العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية $v = \omega.L$ أو $v = \omega.r$			
المسافة	$x = v.t$	الزاوية	$\theta = \omega.t$
التسارع الخطي	$a = \frac{v}{t} = (v)'_t$ $a = \sqrt{a_c^2 + a_t^2}$	التسارع الزاوي	$\alpha = \frac{\omega}{t} = (\omega)'_t$
التسارع المماسي	$a_t = \frac{dv}{dt}$	التسارع الناظمي	$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2.r$ $a_c = \frac{v^2}{L} = \omega^2.L$
العلاقة بين التسارع المماسي والتسارع الزاوي $a_t = \alpha.t$			
الدور	$T = \frac{1}{f}$	التواتر	$f = \frac{1}{T}$
العلاقة بين السرعة الزاوية و (الدور أو التواتر) $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، $\omega = 2\pi f$			

الطاقة الحركية الانسحابية	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	الطاقة الحركية الدورانية	$E = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$
الطاقة الكامنة المرونية	$E_p = \frac{1}{2}kX^2$	الطاقة الكامنة الثقالية	$E_p = mgh$
الطاقة الميكانيكية	$E = E_p + E_k$	طاقة المكثفة	$E_c = \frac{1}{2}qv$ $E_c = \frac{1}{2}C.V^2$ $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$
قانون نيوتن الأول (شرط التوازن الانسحابي)	$\Sigma\vec{F} = 0$	شرط التوازن الدوراني	$\Sigma\bar{\Gamma} = 0$
قانون نيوتن الثاني (العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي)	$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$	العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني	$\Sigma\bar{\Gamma} = I_\Delta.\bar{\alpha}$
عزم عطالة نقطة مادية	$I_\Delta = m.r^2$	العزم الحركي	$L = I_\Delta.\omega$
عزم القوة	$\Gamma = d.F$	عزم مزدوجة الفتل	$\Gamma_\eta = -k.\theta$
عمل قوة توتر النابض	$W = -\frac{1}{2}K(x_2^2 - x_1^2)$	عمل مزدوجة الفتل	$W = -\frac{1}{2}K(\theta^2 - \theta_0^2)$
قانون هوك	$\bar{F} = k.\bar{x}$	كمية الحركة	$p = m.v$
العمل	$W = F.d$	العمل في الحركة الدورانية	$W = \Gamma.\theta$
الاستطاعة	$P = \frac{W}{t}$	الاستطاعة الكهربائية	$P = U.I$
طول الموجة	$\lambda = \frac{C}{f}$	نظرية هايجنز	$I_\Delta = I_{\Delta/C} + md^2$
قانون آوم	$V = RI$	قوة الثقل	$W = mg$

سعة المكثفة المستوية	$C=\frac{1}{4\pi\times9\times10^9}\varepsilon_r\frac{A}{d}$	سعة ناقل كروي	$C=\frac{r}{9\times10^9}$
سعة مكثفة مشحونة	$C=\frac{q}{V}$	كمون المكثفة	$V=\frac{q}{C}$
شحنة المكثفة	$q=C.V$	كمون ناقل كروي	$V=9\times10^9\frac{q}{r}$
ضم المكثفات على التسلسل	$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$	ضم المكثفات على التفرع	$C_{eq}=C_1+C_2$
ضم المقاومات على التسلسل	$R_{eq}=R_1+R_2$	ضم المقاومات على التفرع	$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$
شدة التيار الكهربائي	$I=\frac{q}{\Delta t}$	شدة التيار لضم n مولد متماثل على التسلسل	$I=\frac{nE_1}{R+nr_1}$
شدة القوة الكهربائية	$F=q.E$	قانون كولوم	$F=K\frac{q_1.q_2}{d}$
قانون كيرشوف الأول	$\Sigma I=0$	قانون كيرشوف الثاني	$\Sigma E=RI$
القوة المحركة الكهربائية للمولد	$E=rI+RI$	الحقل الكهربائي المتولد عن الشحنة q	$E=K\frac{q}{d^2}$
العلاقة بين شدة الحقل الكهربائي وفرق الكمون			$E=\frac{U}{d}$
العلاقة بين فرق الكمون وعمل القوة الكهربائية			$U_{AB}=\frac{W_{A\to B}}{q}$
علاقة الكمون الكهربائي الناجم عن الشحنة q في نقطة تبعد عنها مسافة d			$V=K\frac{q}{d}$
سعة القمر الصنعي	$v=R_0\sqrt{\frac{g_0}{d}}$	دور القمر الصنعي	$T_s=2\pi\frac{d}{v}$
قانون الجاذبية الكوني	$F=G\frac{m_1.m_2}{d}$	شدة حقل الجاذبية الأرضية	$g_0=G\frac{M}{{R_0}^2}$

قوة مقاومة الهواء	$F_r = \frac{1}{2} k\rho s v^2$	الضغط	$P = \frac{F}{s}$
معامل التوتر السطحي	$\gamma = \frac{F}{2L}$	قانون جوران	$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r}$
الكثافة الحجمية	$\rho = \frac{m}{v}$	المبدأ الأول في الترموديناميك	$\Delta U = Q + W$
الطاقة الحركية المتوسطة لجزيء في غاز	$\varepsilon = \frac{3}{2} KT$	الطاقة الحرارية	$Q = m.c.\Delta t$
قانون ديكارت	$\frac{1}{d} + \frac{1}{d`} = \frac{1}{F}$	قانون التكبير الخطي	$M = \frac{h`}{h} = -\frac{d`}{d}$
قانون الانكسار الثاني	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = const$	الزاوية الحرجة	$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$
قرينة الانكسار النسبية	$n_{2,1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$	قرينة الانكسار المطلقة	$n = \frac{c}{v}$

الحروف اليونانية

ألفا	α	لمدا	λ
بيتا	β	باي	π
كاما	γ	رو	ρ
دلتا	Δ	سيجما	Σ
ابسليون	ε	اوميغا	ω
إيتا	η	تيتا	θ
ميو	μ	فاي	φ

الحركة المستقيمة

الحركة المستقيمة المنتظمة	الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام
$v = const$	$a = const$
سرعة ثابتة إذا قطع متحرك مسافات متساوية خلال فواصل زمنية متساوية	سرعة غير ثابتة إذا قطع متحرك مسافات غير متساوية خلال فواصل زمنية متساوية
الخط البياني مستقيم ومار من المبدأ	الخط البياني منحني
$\boldsymbol{a = 0}$	السرعة تتغير بمعدل ثابت بمرور الزمن
التابع الزمني للفاصلة	التابع الزمني للفاصلة
$\boldsymbol{x = vt + x_0}$	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$
	التابع الزمني للسرعة
	$v = at + v_0$
	التابع اللازمني
	$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

مقارنة بين الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام وحركة سقوط الحر

الوصف	الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام	حركة السقوط الحر
المسار	مستقيم	مستقيم
التسارع	$a = const$	$g = const$
التابع الزمني للفاصلة	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$	$y = \frac{1}{2}gt^2$
التابع الزمني للسرعة	$v = at + v_0$	$v = gt$
التابع اللازمني	$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$	$v^2 = 2gy$

ملاحظات

إذا انطلق الجسم من السكون فإن $v_0 = 0 , x_0 = 0$

في حال توقف الجسم عن الحركة (استخدم المكابح) $v = 0$

في السقوط الحر السرعة الابتدائية والمسافة الابتدائية معدومة $v_0 = 0 , x_0 = 0$

تمارين

1- هبطت طائرة مدنية على مدرج مطار، فاحتاجت لقطع مسافة $1\ km$ من لحظة ملامستها أرض المدرج حتى التوقف عن الحركة، فإذا كانت سرعتها لحظة ملامسة المدرج $v_0 = 180\ km/h$ فإن تسارعها:

حتى التوقف عن الحركة فإن $v = 0$

$$v_0 = \frac{180\times10^3}{3600} = 50\ m.s^{-1}$$

$$d = 10^3\ m$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a.d$$

$$0 - (50)^2 = 2.a \times 10^3$$

$$a = -\frac{2500}{2\times10^3} = -1.25\ m.s^{-2}$$

2- تتحرك سيارة وفق مسار مستقيم بسرعة ابتدائية $v_0 = 4\ m.s^{-1}$ وبتسارع ثابت $a = 2\ m.s^{-2}$، المطلوب حساب

a- سرعة السيارة في الحظة $t = 1\ sec$؟

b- المسافة المقطوعة عند تلك اللحظة؟

c- المسافة التي تقطعها السيارة عندما تصبح سرعتها $8\ m.s^{-1}$ ؟

.a $v = at + v_0$

$$v = 2 \times 1 + 4 = 6\ m.s^{-1}$$

.b $v^2 - v_0^2 = 2ad$

$$d = \frac{v^2-v_0^2}{2a} = \frac{36-16}{2\times2}$$

$$d = \frac{20}{4} = 5\ m$$

.c $v^2 - v_0^2 = 2ad$

$$d = \frac{v^2-v_0^2}{2a} = \frac{64-16}{2\times2}$$

$$d = \frac{48}{4} = 12\ m$$

3- ينطلق قطار سريع من السكون ليتحرك حركة مستقيمة افقية بتسارع ثابت فيقطع مسافة $120\ m$ خلال زمن قدره $20\ sec$ المطلوب حساب:

a- تسارعه؟

b- سرعته في نهاية المسافة؟

c- الزمن اللازم ليقطع مسافة $30\ m$ من بدء حركته؟

-a $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

$$120 = \frac{1}{2} \times a(20)^2$$

$$a = \frac{240}{400} = 0.6\ m.s^{-2}$$

-b $v^2 - v_0^2 = 2ad$

$$v^2 - 0 = 2 \times 0.6 \times 120$$

$$v^2 = 144 \xrightarrow{\text{نجذر}} v = 12\ m.s^{-1}$$

-c $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

$$30 = \frac{1}{2} \times 0.6 \times t^2$$

$$t^2 = \frac{30}{0.3} = 100$$

$$\xrightarrow{\text{نجذر}} t = 10\ sec$$

تلكويات وجامعات سوريا tele: @baca1111 tele: @bacalbot

سقوط حر

اختياري

1- تسقط كرة من ارتفاع y من سطح الأرض في مكان تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\ m.s^{-2}$ سقوطاً حراً فاستغرقت زمناً قدره $t = 2\ sec$ لتصل إلى سطح الأرض؟

a- ما هو الارتفاع الذي سقطت منه الكرة؟

b- ماهي سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض؟

c- ما هي سرعة الكرة قبل $1\ sec$ من اصطدامها بالأرض؟

a- $y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4$

$y = 20\ m$

b- $v = gt$

$v = 10 \times 2 = 20\ m.s^{-1}$

c- $t` = 2 - 1 = 1\ sec$

وبالتالي $\longrightarrow v = gt` = 10 \times 1$

$v = 10\ m.s^{-1}$

قوانين نيوتن

قانون نيوتن الأول: إذا انعدمت محصلة القوى الخارجية في مركز عطالة جسم صلب، فإن مركز عطالة الجسم يبقى ساكناً إذا كان بالأصل ساكناً، وإذا كان متحركاً تصبح حركته مستقيمة منتظمة $\sum \vec{F} = 0$

تمارين

1- سيارة كتلتها m عندما تكون متوقفة فإن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالتها معدومة.

2- سيارة كتلتها m عندما تسير على طريق مستقيم بسرعة ثابتة فإن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالتها معدومة.

قانون نيوتن الثاني: إذا خضع مركز عطالة جسم صلب لمحصلة قوى خارجية ثابتة منحى وجهة وشدة، اكتسب تسارعاً ثابتاً يتناسب طرداً مع شدة محصلة القوى الخارجية المؤثرة، وله المنحى ذاته والجهة ذاتها

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

تمارين

1- سيارة كتلتها m عندما تتسارع حركتها بانتظام فإن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالتها ثابتة (أي غير معدومة)

2- إذا زادت سرعة سيارة كتلتها $500\ kg$ من $5\ m.s^{-1}$ إلى $25\ m.s^{-1}$ خلال زمن $2\ sec$ فإن محصلة القوة المؤثرة على السيارة تساوي:

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25-5}{2} = \frac{20}{2} = 10\ m.s^{-2}$

$F = ma = 500x10 = 5000N$

قانون نيوتن الثالث: لكل فعل رد فعل يساويه بالقيمة ويعاكسه بالجهة.

تمارين

1- تجر عربة كتلتها $m = 24\ kg$ بدأ من السكون على طريق مستقيمة أفقية، فلزم تطبيق قوة أفقية شدتها $F = 100N$ فبلغت سرعتها $6\ m.s^{-1}$ بعد قطعها مسافة $6m$ المطلوب:

a- شدة قوة الاحتكاك بين الأرض والعربة

b- الزمن اللازم لقطع تلك المسافة؟

a- $v^2 - v_0^2 = 2ad$

$36 - 0 = 2a \times 6$

$a = \frac{36}{12} = 3\ m.s^{-2}$

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F} + \vec{F_f} + \vec{W} + \vec{R} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور موجه بجهة الحركة

$F - F_f = ma \Rightarrow F_f = F - ma$

$F_f = 100 - 24 \times 3$

$F_f = 100 - 72 = 28\ N$

b- $v = at + v_0 \Rightarrow 6 = 3t + 0$

$t = \frac{6}{3} = 2\ sec$

2- بينما سائق على طريق مستقيمة أفقية يقود بسرعة $30\ m.s^{-1}$ تفاجأ بإشارة المرور الحمراء فاستخدام المكابح لتصبح حركة سيارته متباطئة بانتظام، فتوقفت خلال زمن $3\ sec$ المطلوب حساب :

a- تسارع السيارة خلال مرحلة التباطؤ؟

b- بعد السيارة عن اشارة المرور لحظة استخدام المكابح؟

a- $v = at + v_0$

$0 = 3a + 30 \Rightarrow 3a = -30$

$a = \frac{-30}{3} = -10\ m.s^{-2}$

b- $v^2 - v_0^2 = 2ad$

$d = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0-900}{2 \times -10}$

$d = \frac{90}{2} = 45\ m$

3- تنطلق سيارة كتلتها $1350kg$ من السكون على طريق مستقيمة أفقية بتسارع ثابت، فتبلغ سرعتها $21\ m.s^{-1}$ خلال زمن $t = 7sec$ (بإهمال قوى الاحتكاك ومقاومة الهواء). المطلوب حساب:

a- تسارع حركة مركز عطالة السيارة؟

b- شدة قوة جر محرك السيارة في أثناء الحركة السابقة؟

c- كمية حركة العربة لحظة بلوغها السرعة $v = 20\ m.s^{-1}$؟

a- $a = const \Rightarrow v = at + v_0$

$21 = 7a + 0 \Rightarrow a = \frac{21}{7}$

$a = 3\ m.s^{-2}$

b- $F = ma = 1350 \times 3$

$F = 4050\ N$

c- $p = mv = 24 \times 20$

$p = 480\ kg.m.s^{-1}$

الحركة النسبية

إذا تحرك جسم A بجهة حركة جسم أخر T ، وكلاهما متحرك بالنسبة لجملة مقارنة ساكنة (B) فإن:

$$v_{AB} = v_{AT} + v_{TB}$$

إذا تحرك جسم A بعكس جهة حركة جسم أخر T ، وكلاهما متحرك بالنسبة لجملة مقارنة ساكنة (B) فإن:

$$v_{AB} = -v_{AT} + v_{TB}$$

الجسمان يتحركان في اتجاه واحد وبسرعتين مختلفتين فالسرعة النسبية بينهما تساوي الفرق بين سرعتيهما:

$$v_{AB} = v_{AE} - v_{EB}$$

الجسمان يتحركان في اتجاهين متعاكسين وبسرعتين مختلفتين فالسرعة النسبية بينهما تساوي مجموع سرعتيهما:

$$v_{AB} = v_{AE} + v_{EB}$$

الجسمان يتحركان في اتجاه واحد وبنفس السرعة فالسرعة النسبية بينهما معدومة

تمارين

1- يلقي شخص موجود بشاحنة كرة لصديقه الذي يقف على الأرض بسرعة $v_{BT} = 8\ m.s^{-1}$ والشاحنة تسير بسرعة قدرها $v_{TE} = 15\ m.s^{-1}$ احسب سرعة الكرة عندما يلتقطها صديقه؟

v_{BT}: سرعة الكرة بالنسبة للشاحنة

v_{TE}: سرعة الشاحنة بالنسبة للأرض

$$v_{BE} = v_{BT} + v_{TE} = 8 + 15$$

$$v_{BE} = 23\ m.s^{-1}$$

وهي سرعة الكرة بالنسبة للأرض

2- شخص يركب قطاراً نرمز له بالرمز P سرعته بالنسبة للقطار $v_{PT} = 2\ m.s^{-1}$ والقطار يتحرك بسرعة v_{TE} بالنسبة للأرض ، فكانت سرعة الشخص P بالنسبة للأرض هي $v_{PE} = 11\ m.s^{-1}$ فما سرعة القطار؟

$$v_{PE} = v_{PT} + v_{TE}$$

$$11 = 2 + v_{TE}$$

$$v_{TE} = 9\ m.s^{-1}$$

العمل

يكون العمل موجب $W > 0$: إذا كان شعاع القوة والانتقال على حامل واحد وبجهة واحدة **أو** شعاع القوة يصنع زاوية حادة مع شعاع الانتقال

يكون العمل سالب $W < 0$: إذا كان شعاع القوة والانتقال على حامل واحد وبجهتين متعاكستين **أو** شعاع القوة يصنع زاوية منفرجة مع شعاع الانتقال

ينعدم العمل $W = 0$: إذا كان شعاع القوة يعامد الانتقال.

تمارين

1- تجر قاطرة عربات بقوة $F = 200\ N$ على سكة مستقيمة افقية بسرعة ثابتة $v = 25\ m.s^{-1}$ لمدة ربع ساعة.

ما قيمة العمل الذي تنجزه القوة المطبقة من القاطرة؟

$$W = F.d = F.v.t$$

$$W = 200 \times 25 \times \frac{1}{4} \times 3600$$

$$W = 5000 \times 900 = 45 \times 10^5\ J$$

2- سيارة كتلتها $m = 800\ kg$ تنطلق من السكون على طريق مستقيمة افقية بتأثير قوة جر $F_1 = 2500\ N$ وتخضع لقوى مقاومة محصلتها F_2 لها حامل F_1 وتعاكسها بالجهة شدتها $F_2 = 900\ N$ المطلوب حساب:

a- تسارع مركز عطالة السيارة؟

b- الزمن اللازم ليقطع مركز عطالة مسافة قدرها $x = 400\ m$؟

c- العمل الميكانيكي لكل من القوتين خلال قطع مسافة السابقة؟

a- $$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور موجه بجهة الحركة

$$F_1 - F_2 = ma$$

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$

$$a = \frac{2500-900}{800} = 2\ m.s^{-2}$$

b- $$x = \frac{1}{2}at^2$$

$$400 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2$$

$$t^2 = 400 \xrightarrow{\text{نجذر}} t = 20\ sec$$

c- $$W_1 = F_1.d.\cos 0$$

$$W_1 = 2500 \times 400 \times 1 = 10^6\ J$$

$$W_2 = F_2.d.\cos \pi$$

$$W_2 = 900 \times 400 \times -1$$

$$W_2 = -36 \times 10^4\ J$$

الاستطاعة

تمارين

1- محرك يرفع جسماً كتلته $m = 200\ kg$ بسرعة ثابتة $v = 3\ cm.s^{-1}$ احسب استطاعته؟

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.d}{t} = F.v = mg.v$$

$$P = 200 \times 10 \times 3 \times 10^{-2}$$

$$P = 60\ Watt$$

2- تجر قاطرة عدة عربات بقوة شدتها $F = 48 \times 10^3\ N$ على مستقيم طوله $L = 100\ km$ خلال $t = 1\ h, 20\ min$. احسب استطاعتها؟

$$t = 60 + 20 = 80\ min$$

$$t = 80 \times 60 = 4800\ sec$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.d}{t}$$

$$P = \frac{48 \times 10^3 \times 100 \times 10^3}{4800} = 10^6\ W$$

الكهرباء الساكنة

القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات الكهربائية النقطية الساكنة المتماثلة تكون قوى تنافرية

القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات الكهربائية النقطية الساكنة المتعاكسة تكون قوى تجاذبية

قانون كولوم $F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$

القوة الكهربائية تتناسب طرداً مع كل من القيمتين المطلقتين للشحنتين وعكساً مع مربع البعد الفاصل بينهما

تمارين

1- شحنتان نقطيتان ساكنتان (q_1, q_2) ، البعد بينهما d ، نزيد البعد بينهما ليصبح مثلي ما كان عليه فيصبح:

$$F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad , \quad F' = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d'^2}$$

$$F' = k\frac{q_1 \cdot q_2}{(2d)^2} = k\frac{q_1 \cdot q_2}{4d^2} = \frac{F}{4}$$

2- شحنتان نقطيتان ساكنتان (q_1, q_2)، تبعدان عن بعضهما مسافة d ، وشدة القوة الكهربائية المتبادلة بينهما F ، نضاعف كلاً من الشحنتين فتصبح شدة القوة الكهربائية المتبادلة بينهما $\vec{F}$ مساوية:

$$F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad , \quad F' = k\frac{q_1' \cdot q_2'}{d^2}$$

$$F' = k\frac{2q_1 \cdot 2q_2}{d^2} = 4F$$

3- شحنتان نقطيتان ساكنتان (q_1, q_2) ، نضاعف شحنة كل منهما ، ونزيد البعد بين الشحنتين إلى النصف فيصبح:

$$F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad , \quad F' = k\frac{q_1' \cdot q_2'}{d'^2}$$

$$F' = k\frac{2q_1 \cdot 2q_2}{4d^2} = F$$

4- كرتان معدنيتان متماثلتان ومعزولتان ، تحمل إحداهما الشحنة $q_1 = 10\ \mu c$ وتحمل الأخرى الشحنة $q_2 = -2\ \mu c$ ، فإذا تلامست الكرتان ، وفصلتا عن بعضهما فإن كلاً من الكرتين تحمل شحنة قدرها $4\ \mu c$

الحقل الكهربائي الساكن

$$E = \frac{F}{q'} \iff E = k\frac{q}{d^2}$$

يتناسب الحقل الكهربائي طرداً مع الشحنة المولدة للحقل الكهربائي، وعكساً مع مربع بعد النقطة عن الشحنة المولدة للحقل الكهربائي.

جهته: من القطب الموجب إلى القطب السالب.

تمارين

1- إذا وضعت شحنة كهربائية نقطية سالبة حرة الحركة في منطقة يسودها حقل كهربائي منتظم فإنها تتحرك باتجاه معاكس لجهة الحقل الكهربائي

2- في منطقة يسودها حقل كهربائي ساكن منتظم شدته $E = 600\ N.c^{-1}$ إذا وضعت فيه شحنة نقطية $q = 3\ \mu c$ فإنها تتأثر بقوة كهربائية $\vec{F}$ شدتها

$$F = q.E = 3 \times 10^{-6} \times 600$$

$$F = 18 \times 10^{-4}\ N$$

3- في منطقة يسودها حقل كهربائي منتظم شدته E، إذا وضعت شحنة نقطية q فإنها تتأثر بقوة كهربائية شدتها F، إذا جعلنا مقدار الشحنة $q` = 4q$ فتصبح F تساوي:

$$F = qE \quad , \quad F` = q`E$$

$$F` = 4qE = 4F$$

4- وضعت شحنة كهربائية نقطية $q = -2\ \mu c$ في نقطة من منطقة يسودها حقل كهربائي منتظم فتأثرت بقوة شدتها $F = 0.08\ N$ ماهي قيمة الحقل الكهربائي المنتظم المؤثر على q؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.08}{2\times10^{-6}}$$

$$E = 4 \times 10^{4}\ N.c^{-1}$$

الكمون الكهربائي

تعريفه: هو نسبة الطاقة الكامنة الكهربائية E_P التي تختزنها الشحنة الكهربائية في نقطة على قيمة الشحنة $q`$ الموضوعة فيها

$$V = \frac{E_P}{q`}$$

تمرين

تبلغ الطاقة الكامنة الكهربائية لبروتون $E_P = 3.2 \times 10^{-14}\ J$ في نقطة من منطقة يسودها حقل كهربائي فيكون قيمة الكمون الكهربائي عند هذه النقطة علما بأن شحنة الإلكترون تساوي:

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\ c$$

شحنة الإلكترون=شحنة البروتون

$$V = \frac{E_P}{q`} = \frac{3.2\times10^{-14}}{1.6\times10^{-19}} = 3 \times 10^{5}\ V$$

الكمون الكهربائي لناقل كروي مشحون ومعزول

$$V = k\frac{q}{R}$$

تتناسب طرداً مع الشحنة الكهربائية للناقل، وعكساً مع نصف قطر الناقل الكروي.

تمارين

1- ناقل كروي معزول قطره $6\ cm$ موضوع في الخلاء كمونه يساوي $-900\ V$ ماهي قيمة الشحنة الكهربائية للناقل

$$2R = 6\ cm \implies R = 3\ cm$$

$$V = 9 \times 10^{9}\frac{q}{R}$$

$$-900 = 9 \times 10^{9}\frac{q}{3\times10^{-2}}$$

$$q = -3 \times 10^{-9}\ c$$

2- ناقل كروي معتدل ومعزول قطره $2\ m$ ، إذا اكتسب شحنة مقدارها $2\ c$ فإن كمونه مقدراً بالفولت بدلالة ثابت كولوم يساوي

$$2R = 2\ m \implies R = 1\ m$$

$$V = k\frac{q}{R} = k\frac{2}{1} = 2k$$

فرق الكمون الكهربائي

تمارين

1- إذا كان فرق الكمون الكهربائي بين صفيحتين مستويتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين مختلفتين يساوي $240\ V$ ، والمسافة بينهما $8\ cm$ ، فيكون شدة الحقل الكهربائي بين الصفيحتين يساوي:

$$E = \frac{U_{AB}}{d} = \frac{240}{8\times10^{-2}}$$

$$E = 3\times10^{3}\ V.m^{-1}$$

2- إذا كان العمل المبذول لنقل شحنة مقدارها $10\ \mu c$ بين نقطتين من منطقة يسودها حقل كهربائي ساكن يساوي $0.01\ J$ فإن فرق الكمون بين هاتين النقطتين يساوي

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q`} = \frac{10^{-2}}{10\times10^{-6}}$$

$$U_{AB} = 10^{3}\ V$$

3- إذا اثرت قوة كهربائية شدتها $2\times10^{-2}\ N$ على شحنة كهربائية ، فانتقلت مسافة $10\ cm$ ضمن الحقل الكهربائي المنتظم ، فيكون عمل هذه القوة مساوياً

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q`} \Rightarrow W_{AB} = U_{AB}.q`$$

$$W_{AB} = Ed.q` = F.d$$

$$W_{AB} = 2\times10^{-2}\times10\times10^{-2}$$

$$W_{AB} = 20\times10^{-3}$$

$$W_{AB} = \frac{2}{1000} = \frac{1}{500}\ J$$

4- نطبق فرق كمون كهربائي بين نقطتين (a,b) قدره $V = 200\ mV$. احسب قيمة العمل الذي تقوم به القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة كهربائية قيمتها $q = 300\ \mu c$ ؟

$$q = 300\times10^{-6}$$

$$q = 3\times10^{-4}\ c$$

$$V = 200\times10^{-3} = 0.2\ V$$

$$W_{ab} = U_{ab}.q`$$

$$W_{ab} = 3\times10^{-4}\times0.2$$

$$W_{ab} = 6\times10^{-5}\ J$$

التيار الكهربائي المستمر

عند ضم ثلاث مقاومات على التسلسل فإن المقاومة المكافئة

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

ومن اجل n مقاومة متماثلة موصولة على التسلسل فإن المقاومة المكافئة

$$R_{eq} = nR_1$$

عند ضم ثلاث مقاومات على التفرع فإن المقاومة المكافئة

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ومن أجل n مقاومة متماثلة موصولة على التفرع فإن المقاومة المكافئة

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{n}{R_1} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1}{n}$$

تمارين

1- وصلت اربع مقاومات متماثلة على التفرع قيمة كل منهما $8\ \Omega$ فإن المقاومة المكافئة:

$$R_{eq} = \frac{R_1}{n} = \frac{8}{4} = 2\ \Omega$$

2- وصلت 6 مقاومات متماثلة على التسلسل مقاومتها المكافئة $9\ \Omega$ ، فإن قيمة كل مقاومة تساوي:

$$R_{eq} = nR_1 \implies 5 = \frac{R_1}{3}$$

$$R_1 = 15\ \Omega$$

$$R_{eq} = nR_1 = 3 \times 15 = 45\ \Omega$$

3- وصلت 8 مقاومات متماثلة على التفرع قيمة كل منهما $16\ \Omega$، ثم وصلت المجموعة بمولد قوته المحركة الكهربائية $4\ V$ مقاومته الداخلية مهملة

a- ماهي شدة التيار المار في الدائرة؟

b- ماهي شدة التيار المار في كل مقاومة؟

c- كمية الكهرباء التي يقدمها المولد للدارة خلال $15\ sec$؟

a- $$V = R_{eq}.I \implies I = \frac{V}{R_{eq}}$$

لكن $\rightarrow$ $$R_{eq} = \frac{R_1}{n} = \frac{16}{8} = 2\ \Omega$$

وبالتالي $\longrightarrow$ $$I = \frac{4}{2} = 2\ A$$

b- $$V_1 = V = 6\ V$$

$$V = R_1.I_1 \implies I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}\ A$$

c- $$I = \frac{q}{t} \implies q = I.t$$

$$q = 2 \times 15 = 30\ c$$

المكثفات

- عند ضم ثلاث مكثفات على التسلسل فإن سعة المكثفة المكافئة

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- ومن اجل n مكثفة متماثلة موصولة على التسلسل فإن السعة المكافئة

$$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$$

- عند ضم ثلاث مكثفات على التفرع فإن سعة المكثفة المكافئة

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

- ومن أجل n مكثفة متماثلة موصولة على التفرع فإن السعة المكافئة

$$C_{eq} = nC_1$$

- سعة مكثفة مستوية تتناسب طرداً مع السطح المشترك للبوسيها، وعكساً مع البعد الفاصل بين لبوسيها، وتتوقف على نوع العازل بين اللبوسين وتعطى بالعلاقة

$$C = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}\varepsilon_r \frac{A}{d}$$

- سعة مكثفة مشحونة

$$C = \frac{q}{V}$$

تمارين

1- مكثفة مستوية مشحونة ومعزولة شحنتها $q = 2\ \mu c$ وسعتها $1\ \mu F$ فإن التوتر الكهربائي المتواصل المطبق بين لبوسيها يساوي:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C} = \frac{2}{1} = 2\ V$$

2- عند ضم n مكثفة متماثلة على التفرع الشحنة الكهربائية لكل منهما q_1، فإن الشحنة الكهربائية للمكثفة المكافئة q تساوي:

$$C_{eq} = nC_1 \xrightarrow{\text{لكن}} C = \frac{q}{V}$$

$$\xrightarrow{\text{الوصل تفرع}} V_{eq} = V_1$$

$$\xrightarrow{\text{بالتعويض}} q_{eq} = nq_1$$

3- مكثفتان سعتاهما $6\ \mu F, 12\mu F$ وصلتا على التسلسل فإن السعة المكافئة لهما مساوية:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{4}$$

$$C_{eq} = 4\ Mf$$

4- وصلت 6 مكثفات متساوية السعة على التفرع فكانت سعتها المكافئة $9\ \mu F$، فإذا أعيد توصيلها على التسلسل، فتكون سعتها المكافئة مساوية:

$$C_{eq} = nC_1 \Rightarrow 9 = 6C_1$$

$$C_1 = \frac{3}{2}\ \mu F \xrightarrow{\text{وصل تسلسل}} C_{eq} = \frac{C_1}{n}$$

$$C_{eq} = \frac{\frac{3}{2}}{6} = \frac{1}{4}\ \mu F$$

السعة الكهربائية

- نسبة شحنة ناقل إلى كمونه مقدار ثابت وموجب دوماً $C = \frac{q}{V}$
- السعة الكهربائية لناقل كروي تتناسب طرداً مع نصف قطره

$$C = \frac{r}{9 \times 10^9}$$

- عند وصل ناقلين خارجاً بسلك ناقل تنتقل الالكترونات الحرة من الناقل ذي الكمون المنخفض إلى الناقل ذي الكمون المرتفع ويستمر الانتقال إلى أن يتوازن كمونيها

$$v_{eq} = \frac{\Sigma q}{\Sigma C}$$

تمارين

1- ناقل كروي نصف قطره r، نجعل نصف قطره $2r$ فإن سعته الكهربائية تصبح:

$$C = \frac{r}{9\times10^9}, C` = \frac{2r}{9\times10^9} = 2C$$

2- ناقل كروي مشحون ومعزول شحنته $q = 3\ nF$ وقطره $27\ cm$، فإن كمونه الكهربائي مقدراً بالفولط يساوي

$$C = \frac{r}{9 \times 10^9} = \frac{27 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9}$$

$$C = 3 \times 10^{-11}\ \text{F}$$

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C}$$

$$V = \frac{3 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-11}} = 100\ V$$

كمية الحركة وتطبيقاتها

الصدم المباشر: إذا تصادم جسمان وكان حامل شعاع سرعة أحدهما يمر من مركز عطالة الجسم الأخر.

الصدم اللين: يحدث تشوه في شكل أحد الجسمين المتصادمين أو كليهما، وانتشار طاقة على شكل حرارة

كمية الحركة مصونة في كلا التصادمين

الطاقة الحركية مصونة في الصدم المباشر، وفي الصدم اللين تكون غير مصونة

تعطى شعاع شدة كمية الحركة لجسم كتلته m يتحرك حركة مستقيمة بسرعة v بالعلاقة: $p = mv$

تمارين

1- تتحرك الكتلة m_1 بسرعة v_1 دون احتكاك فتصطدم بكتلة ثانية $m_2 = 2m_1$ ساكنة وتلتحم معها لتتحرك الجملة $(m_1 + m_2)$ بعيد الصدم بسرعة

$$p_i = p_f$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v`$$

$$v` = \frac{m_1v_1+0}{(m_1+m_2)}$$

$$v` = \frac{m_1v_1}{(m_1+2m_1)} = \frac{v_1}{3}$$

2- نعلق كرتان كتلتهما $(m_1 = m_2)$ بخيطين متساويي الطول ، نزيح الكرة الأولى بزاوية ما عن الشاقول ونتركها دون سرعة ابتدائية لتهبط وتصدم الكرة الثانية صدماً مرناً فيلاحظ تقف الكرة الأولى وترتفع الكرة الثانية إلى

$$h_1 = h_2$$

الحركة الاهتزازية وانتشار الأمواج

- الاضطراب العرضي: يكون منحنى انتقال الطاقة عمودياً على منحنى انتقال المادة
- الاضطراب الطولي: يكون منحنى انتقال الطاقة منطبقاً على منحنى انتقال المادة
- الأمواج الميكانيكية: تحتاج إلى وسط مادي لانتقالها
- الأمواج الكهرطيسية: لا تحتاج إلى وسط مادي لانتقالها
- معادلة اهتزاز نقطة من وسط مرن

$$y = y_{max}\cos\left(2\pi\frac{t}{T} - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$$

- تهتز نقطتان على توافق عندما يكون:

$$\Delta = k\lambda$$

- تهتز نقطتان على تعاكس عندما يكون:

$$\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

- تهتز نقطتان على ترابع عندما يكون:

$$\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$$

طول الموجة: هو المسافة التي يقطعها الاهتزاز في دور واحد

$$\lambda = vT$$

تمارين

1- يدور جسم بحركة دائرية منتظمة وبسرعة زاوية ثابتة قدرها $\omega = \pi\ rad.s^{-1}$ وإذا كان نصف قطر الدوران $r = 0.5\ m$ المطلوب حساب

a- السرعة الخطية للجسم اثناء الدوران؟

b- دور الحركة وتواترها؟

c- المسافة المقطوعة خلال دورة كاملة؟

d- الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال $0.1\ sec$ ؟

e- التسارع الناظمي؟

a- $v = \omega r = \pi \times 0.5$

$v = 3.14 \times 0.5 = 1.57\ m.s^{-1}$

b- $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ sec$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\ Hz$

c- $x = vT = 1.57 \times 2$

$x = 3.14\ m$

d- $\theta = \omega t = \pi \times 0.1$

$\theta = 3.14 \times 0.1 = 0.314\ rad$

e- $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \pi^2 \times 0.5$

$a_c = 10 \times 0.5 = 5\ m.s^{-2}$

2- تدور نقطة مادية بحركة دائرية منتظمة نصف قطر مسارها $r = 2\ m$ بسرعة خطية $v = 2\pi\ m.s^{-1}$ المطلوب حساب:

a- دور الحركة وتواترها؟

b- التسارع الناظمي؟

a- $v = \omega r$ لكن $\rightarrow$ $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rad.s^{-1}$

بالتعويض $\longrightarrow$ $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ sec$

b- $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2}{2} = 20\ m.s^{-2}$

طريقة ثانية $a_c = \omega^2 r$

$a_c = \pi^2 \times 2 = 20\ m.s^{-2}$

3- نقوم بتدوير كرة كتلتها $50\ gr$ مربوطة بخيط مهمل الكتلة عديم الامتطاط طوله $50\ cm$ وتدور بسرعة زاوية $10\ rad.s^{-1}$.

a- ماهي قيمة سرعتها الخطية أثناء الحركة؟ وتواترها؟

b- ماهي قيمة تسارعها الناظمي؟

c- ماهي شدة القوة الجاذبة المركزية؟

a- $v = \omega L = 10 \times 50 \times 10^{-2}$

$v = 5\ m.s^{-1}$

$\omega = 2\pi f \implies f = \frac{\omega}{2\pi}$

$f = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi}\ Hz$

b- $a_c = \frac{v^2}{L} = \frac{25}{5\times10^{-1}}$

$a_c = 50\ m.s^{-2}$

c- $F_c = m.a_c$

$F_c = 50 \times 10^{-3} \times 50$

$F_c = 2.5\ N$

عزم القوة

تعريف: هو الفعل التدويري للقوة في الجسم حول محور دوران ثابت Δ

يزداد العزم بزيادة شدة القوة المؤثرة عليه

وبازدياد بعد حامل القوة عن محور الدوران (ذراع القوة)

$$\Gamma = dF \qquad m.N$$

يكون العزم موجب: إذا استطاعت تدوير الجسم بعكس عقارب الساعة

يكون العزم سالب: إذا استطاعت تدوير الجسم باتجاه عقارب الساعة

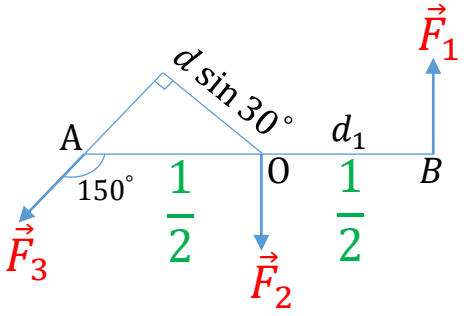
ينعدم عزم القوة: إذا كان حامل القوة يلاقي محور الدوران أو يوازيه

تمرين

-1 ساق متجانسة طولها $1\ m$ يمكنها الدوران حول محور دوران يمر من منتصفها، تؤثر فيها ثلاث قوى شدتها: $F_1 = 6\ N$

$$F_2 = 10\ N\ ,\ F_3 = 8\ N$$

المطلوب: حدد ذراع كل قوة، ثم احسب عزم كل من القوى الثلاث؟



$$\Gamma_1 = +[OB].F_1 = +\frac{1}{2}\times 6$$

$$\Gamma_1 = +3\ m.N$$

$$\Gamma_2 = 0$$

لأن حامل القوة $\vec{F}_2$ يمر من محور الدوران

$$\Gamma_3 = -d\sin 30^\circ . F_3$$

$$\Gamma_3 = -\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times 8 = 2\ m.N$$

عزم العطالة

عزم عطالة نقطة مادية تدور حول محور دوران ثابت Δ: $I_\Delta = m.r^2$

حيث r: بعد نقطة مادية عن محور الدوران Δ

عزم عطالة جسم صلب إذا كان محور الدوران ماراً من مركز عطالة الجسم

ساق $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m.L^2$

قرص $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}m.r^2$

نظرية هايجنز:

عزم عطالة جسم صلب إذا كان محور الدوران لا يمر من مركز عطالة الجسم

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + m.d^2$$

m: كتلة الجسم (ساق أو قرص)

d: بعد مركز عطالة الجسم (ساق أو قرص) عن محور الدوران

تمارين

1- عزم عطالة ساق متجانسة كتلتها m، وطولها L حول محور دوران يمر من طرفها العلوي يعطى بالعلاقة:

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + m.d^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{12}m.L^2 + m.\left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{12}m.L^2 + m.\frac{L^2}{4}$$

نوحد المقامات $\quad I_\Delta = \frac{1}{3}m.L^2$

2- عزم عطالة قرص متجانس حول محور دوران يمر من نقطة من محيطه يعطى بالعلاقة:

$$I_\Delta = I_{\Delta/c} + m.d^2$$

$$I_\Delta = \frac{1}{2}m.r^2 + m.(r)^2$$

نوحد المقامات $\quad I_\Delta = \frac{3}{2}m.r^2$

3- يبدأ قرص متجانس كتلته $m = 100\ g$ حركته من السكون حول محور أفقي Δ مار من مركزه وعمودي على مستويه ليبلغ سرعة زاوية $20\ rad.s^{-1}$ بتسارع زاوي ثابت $2\ rad.s^{-2}$ ، فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور الدوران $0.002\ kg.m.s^{-1}$.

a- احسب نصف قطر القرص؟

b- احسب العزم المحصل للقوى الخارجية؟

c- احسب تغير العزم الحركي للقرص خلال الفترة الزمنية السابقة؟

a- $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}m.r^2$

$$2\times10^{-3} = \frac{1}{2}\times10^{-1}.r^2$$

$$r^2 = 4\times10^{-2}$$

نجذر $\longrightarrow \quad r = 2\times10^{-1}\ m$

b- $\Sigma\bar{\Gamma} = I_\Delta.\bar{\alpha}$

$$\Sigma\bar{\Gamma} = 2\times10^{-3}\times2$$

$$\Sigma\bar{\Gamma} = 4\times10^{-3}\ m.N$$

c- $\Delta L = I_\Delta.(\omega_2 - \omega_1)$

$$\Delta L = 2\times10^{-3}(20-0)$$

$$\Delta L = 4\times10^{-2}\ kg.m^2.rad.s^{-1}$$

قوة توتر النابض

الجسم المرن: هو كل جسم يتغير شكله بتأثير قوة خارجية، عليه ويزول هذا التغير بزوال القوة الخارجية المؤثرة، فيعود إلى شكله الأصلي.

إن نسبة شدة القوة المسببة لاستطالة النابض إلى مقدار الاستطالة هي نسبة ثابتة، ندعوها ثابت صلابة النابض k

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

قانون هوك: $\quad F = kx$

k: ثابت صلابة النابض $\quad N.m^{-1}$

F: شدة القوة المؤثرة في النابض $\quad N$

x: التغير في طول النابض $\quad m$

$x > 0$: إذا استطال النابض

$x < 0$: إذا انضغط النابض

تمارين

1- تستخدم النوابض في السيارات لامتصاص التصادمات فإذا كانت كتلة السيارة $2000\ kg$ وثابت صلابة كل نابض $400\ N.m^{-1}$

a- حساب ثقل السيارة باعتبار $g = 10\ m.s^{-2}$؟

b- حساب مقدار انضغاط كل نابض أذا تأثر بربع ثقل السيارة؟

a- $W = mg = 2000 \times 10$

$W = 2 \times 10^4\ N$

b- $W` = \frac{W}{4} = \frac{2\times10^4}{4} = 5000\ N$

$W` = F = kx$

$x = \frac{W`}{k} = \frac{5000}{400} = -12.5\ m$

لأن النابض ينضغط

2- نابض مرن محوره شاولي مثبت من الأعلى، فعندما نؤثر عليه بقوة شدتها $2\ N$ فإنه يستطيل بمقدار $4\ cm$

a- احسب ثابت صلابة النابض؟

b- احسب الطاقة الكامنة المرونية المختزنة في النابض عندما يستطيل بمقدار $0,3\ m$ ؟واحسب قوة توتر النابض عندئذٍ؟

a- $F = kx \implies k = \frac{F}{x}$

$k = \frac{2}{4\times10^{-2}} = 50\ N.m^{-1}$

b- $E_P = \frac{1}{2}kx^2$

$E_P = \frac{1}{2} \times 50 \times (0,3)^2$

$E_P = 25 \times 9 \times 10^{-2}$

$E_P = 225 \times 10^{-2}\ J$

$F_s = kx = 50 \times 0,3 = 15\ N$

3- يستطيل نابض مسافة $4\ cm$ بتأثير قوة شد فيختزن طاقة كامنة مرونية مقدارها $2\ J$، فتكون قيمة ثابت صلابة النابض مساوية:

$E_P = \frac{1}{2}kx^2 \implies k = \frac{2E_P}{x^2}$

$k = \frac{2\times2}{(4\times10^{-2})^2} = \frac{4}{16\times10^{-4}}$

$k = \frac{10^4}{4} = 2500\ N.m$

4- يسحب نابض باباً لكي يغلقه فتتغير استطالة النابض من $25\ cm$ إلى $5\ cm$، فإذا علمت أن ثابت صلابة النابض $50\ N.m^{-1}$ ، فيكون عمل قوة توتر النابض مساوياً:

$W = -\frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$

$W = -\frac{1}{2} \times 50(25 - 625)10^{-4}$

$W = 25 \times 600 \times 10^{-4}$

$W = 150 \times 10^{-2}\ J$

5- نابض مرن مهمل الكتلة ثابت صلابته k تؤثر عليه قوة شدتها F فيستطيل بمقدار x وعندما تتضاعف شدة القوة، يصبح ثابت صلابة النابض $k`$ مساوياً: $k` = k$

الأفعال المتبادلة في حقل الجاذبية والقمر الصنعي

يعطى قانون نيوتن الكوني (قنون الجاذبية الكوني) بالعلاقة:

$$F = G\frac{m_1 . m_2}{d^2}$$

شدة حقل الجاذبية الأرضية المتولد عن نقطة بجوار سطحها

$$g_0 = G\frac{M}{R_0^2}$$

تختلف شدة الحقل الجاذبية الأرضية باختلاف الارتفاع عن سطحها بالعلاقة:

$$g_h = g_0\frac{R_0^2}{(R_0+h)^2}$$

تمارين

1- كرتان لهما الكتلة ذاتها m، والمسافة بين مركزيهما d وشدة قوة التجاذب بينهما F، فإن قيمة الكتلة m مقدرة بالكيلوغرام تساوي:

$$F = G\frac{m.m}{d^2} \Rightarrow m^2 = \frac{F.d^2}{G}$$

$$m = \sqrt{\frac{F}{G}}.d$$

2- عندما نرتفع عن سطح الأرض ثلاثة أمثال نصف قطر الأرض R_0 فأن قيمة شدة حقل الجاذبية الأرضية على هذا الارتفاع بدلالة g_0 تساوي:

$$g_h = g_0\frac{R_0^2}{(R_0+h)^2}$$

$$h = 3R_0 \xrightarrow{\text{نعوض}} h = g_0\frac{R_0^2}{(4R_0)^2}$$

$$g_h = \frac{g_0}{16}$$

3- تنقص شدة ثقل الجسم بالارتفاع عن سطح الأرض وذلك بنقصان g

4- إذا كان ارتفاع القمر الصنعي عن سطح الأرض $R_0 = h$ فتكون شدة حقل الجاذبية على هذا الارتفاع:

$$g_h = g_0\frac{R_0^2}{(R_0+h)^2}$$

$$R_0 = h \xrightarrow{\text{نعوض}} g_h = g_0\frac{R_0^2}{(2R_0)^2}$$

$$g_h = \frac{g_0}{4}$$

5- يعطى دور حركة القمر الصنعي بالعلاقة:

$$T = \frac{2\pi}{v}(R_0 + h)$$

الحركة الدائرية

القيم الخطية

١- **الفاصلة الخطية:** طول القوس الذي يقطعه المتحرك $\vec{S}$

٢- **السرعة الخطية:** مماس للمسار الدائري وتنقسم لقسمين

السرعة الخطية الوسطية $v_{avg} = \frac{d\bar{s}}{dt}$

السرعة الخطية الآنية $v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \bar{s}}{\Delta t} = \frac{d\bar{s}}{dt} = (\bar{s})'_t$

٣- **التسارع الخطي:** تقعره نحو الداخل ينقسم إلى

التسارع الخطي المماسي $a_t = \frac{d\bar{v}}{dt}$

التسارع الخطي الناظمي $a_c = \frac{v^2}{r}$

التسارع الخطي الوسطي $a_{avg} = \frac{d\bar{v}}{dt}$

التسارع الخطي الآني $\bar{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{d\bar{v}}{dt} = (\bar{v})'_t = (\bar{s})''_t$

القيم الزاوية

١- **الفاصلة الزاوية:** هي القياس الجبري للزاوية التي يمسحها نصف القطر

٢- **السرعة الزاوية:** تنقسم لنوعين

السرعة الزاوية الوسطى $\omega_{avg} = \frac{\Delta \bar{\theta}}{\Delta t}$

السرعة الزاوية الآنية $\omega_{avg} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \bar{\theta}}{\Delta t} = \frac{d\bar{\theta}}{dt} = (\bar{\theta})'_t$

٣- **التسارع الزاوي:** ينقسم إلى قسمين

التسارع الزاوي الوسطى $\alpha_{avg} = \frac{\Delta \bar{\omega}}{\Delta t}$

التسارع الزاوي الآني $\bar{\alpha} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \bar{\omega}}{\Delta t} = \frac{d\bar{\omega}}{dt} = (\bar{\omega})'_t = (\bar{\theta})''_t$

- ينعدم التسارع المماسي في الحركة المنتظمة

$$a_t = 0 \xrightarrow{\text{لأن}} v = const$$

- ينعدم التسارع الناظمي في الحركة المستقيمة

$$a_c = \frac{v^2}{L} = \frac{v^2}{\infty} = 0$$

- ينعدم التسارع الزاوي في الحركة الدائرية المنتظمة

$$\omega = const \implies \alpha = (\bar{\omega})'_t = 0$$

- الدور: هو الزمن اللازم لإنجاز دورة واحدة 2π أو هو الزمن على عدد الهزات

$$T = \frac{t}{n}$$

- التواتر: هو عدد الدورات التي ينجزها المتحرك في واحدة الزمن

$$f = \frac{n}{t}$$

- تتحول السرعة الوسطى إلى آنية $\Delta t \to 0$ وكذلك الأمر بالنسبة للتسارع