najah213.com · نجاح 213

الأستاذة: نقالة نور الهدى

ملخص الوحدة 05 :تطور جملة ميكانيكية

التحضير الجيد لبكالوريا 2021 ^_^

بعض المفاهيم الأساسية في الميكانيك

* **النقطة المادية:** هي كل جسم مهمل الأبعاد الهندسية بالنسبة للمرجع الذي يدرس فيه
* **الجملة المادية:** هي مجموعة من النقاط المادية المرتبطة فيما بينها (مطرقة . كرسي . قلم . سيارة ...)
* **مركز العطالة:** هو نقطة من الجسم أو الجملة المادية تكون ساكنة أو تتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمعلم غاليلي . في ميكانيك نيوتن هذه النقطة تنطبق دائما على مركز الكتلة تتبعه في كل تنقلاته
* **المرجع والمعلم:** لدراسة حركة جسم ما نحتاج إلى مرجع ننسب إليه الحركة . ولتحديد مواضعه نحتاج إلى معلم
* **المعلم العطالي:** وهو المعلم الذي يتحقق فيه مبدأ العطالة (معلم افتراضي لا وجود له في الطبيعة)

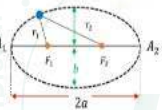
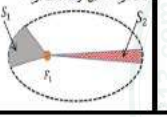
المرجع الهيليومركزي	المرجع الجيومركزي	المرجع سطحي أرضي
هو مرجع مزود بمعلم مبدأه مركزه الشمس ومحاوره تتجه نحو ثلاثة نجوم ساكنة بالنسبة للشمس. يستعمل لدراسة حركة الكواكب (عطارد - الأرض...) المذنبات	هو مرجع مزود بمعلم مبدأه مركزه الأرض ومحاوره تتجه نحو نفس النجوم الساكنة بالنسبة للشمس. يستعمل لدراسة حركة القمر والأقمار الصناعية....	هو معلم مرتبط بسطح الأرض يستعمل في دراسة الحركات الجارية على سطح الأرض خلال مدة زمنية قصيرة مقارنة مدة دوران الأرض حول نفسها

* **شعاع الموضع:** هو الشعاع يحدد موضع المتحرك M في لحظة زمنية t يعطى بالعلاقة: $\vec{r} = \overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$
* **السرعة:** هي تغيرات المسافة بالنسبة للزمن وحدتها m/s نميز نوعان السرعة الوسطية : $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. $\Delta\vec{r} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j} + \Delta z\vec{k}$ اذا انتقل بين موضعين تكون :
السرعة اللحظية : $v = \frac{dx}{dt}$. تعطى بالعلاقة: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$
* **التسارع:** هو تغيرات السرعة بالنسبة للزمن وحدته (m/s^2) يعطى بالعبارة: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$

$$\vec{r} = \overrightarrow{OM} \begin{cases} x(t) \xrightarrow{\text{بالاشتقاق}} \\ y(t) \\ z(t) \xleftarrow{\text{بالتكامل}} \end{cases} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \begin{cases} v_x(t) \xrightarrow{\text{بالاشتقاق}} \\ v_y(t) \\ v_z(t) \xleftarrow{\text{بالتكامل}} \end{cases} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \begin{cases} a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} \\ a_y(t) = \frac{dv_y(t)}{dt} \\ a_z(t) = \frac{dv_z(t)}{dt} \end{cases}$$

- ✓ اذا كان $a.v = 0$ فان : ($a = 0$ حركة مستقيمة منتظمة // $v = 0$ سكون)
- ✓ اذا كان $\vec{a}.\vec{v} > 0$ فان الحركة مستقيمة متسارعة
- ✓ اذا كان $\vec{a}.\vec{v} < 0$ فان الحركة مستقيمة متباطئة

قوانين كبلر Kepler: تدرس قوانين كبلر حركة الكواكب التي تدور حول الشمس في مسارات اهليلجية والمسار الأهليلجي هو مسار بيضوي يتميز بمحرقين F_1 . F_2 توجد الشمس في أحدهما.

القانون الأول	القانون الثاني	القانون الثالث
تتحرك الكواكب حول الشمس في مدارات اهليلجية تكون الشمس في أحد محرقيه	يمسح الخط الواصل بين مركز الكوكب ومركز الشمس مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية	مربع الدور لمدار الكوكب يتناسب طردا مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس ويعطى بالعلاقة: $\frac{T^2}{a^3} = k$
		k : ثابت كبلر $k = \frac{4\pi^2}{G.M}$

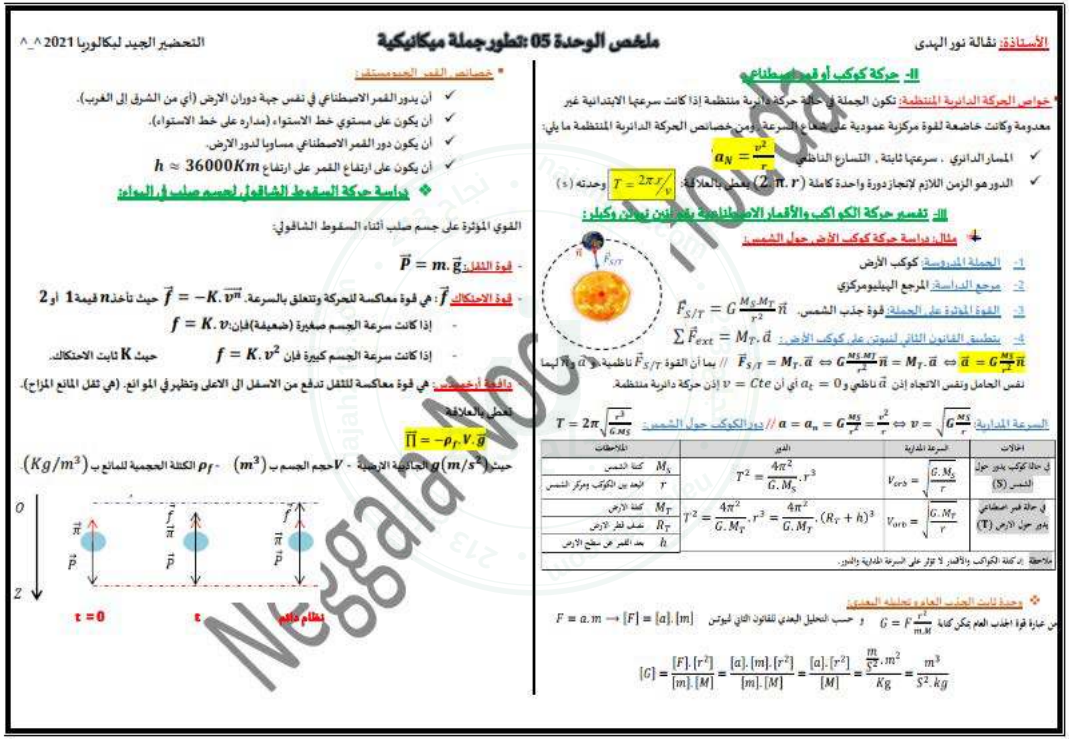
قوانين نيوتن:

القانون الأول	القانون الثاني	القانون الثالث
في معلم غاليلي مجموع الأشعة المؤثرة على جملة مادية يساوي الشعاع المعدوم إذا كانت حركة مركز عطالتها مستقيمة منتظمة أو ساكنة	في معلم غاليلي المجموع الشعاعي للقوة المؤثرة على جملة مادية يساوي جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها بحيث : $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$	ويعرف بمبدأ الأفعال المتبادلة وينص على أنه إذا أثر الجسم A على جسم B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فان الجسم B يؤثر بدوره على الجسم A وأنبا بقوة $\vec{F}_{B/A}$ بحيث هاتين القوتين لهما نفس الشدة والحامل ومتعاكستان في الجهة $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$
الحركة $\sum \vec{f} = \vec{0}$		

Negda Word Forum

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213



الأستاذة: نقالة نور الهدى

ملخص الوحدة 05 :تطور جملة ميكانيكية

التحضير الجيد لبكالوريا 2021 ^_^

II- حركة كوكب أو قمر اصطناعي

* **خواص الحركة الدائرية المنتظمة:** تكون الجملة في حالة حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الابتدائية غير معدومة وكانت خاضعة لقوة مركزية عمودية على متجه السرعة. ومن خصائص الحركة الدائرية المنتظمة ما يلي:

- ✓ المسار الدائري ، سرعتها ثابتة ، التسارع الناظمي $a_N = \frac{v^2}{r}$
- ✓ الدور هو الزمن اللازم لإنجاز دورة واحدة كاملة: $(2\pi.r)$ يعطى بالعلاقة: $T = \frac{2\pi.r}{v}$ وحدته (s)

III- تفسير حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية بالنسبة لقانون نيوتن وكبلر:

مثال: دراسة حركة كوكب الأرض حول الشمس:

1- **الجملة المدروسة:** كوكب الأرض

2- **مرجع الدراسة:** المرجع البيليومركزي

3- **القوة المؤثرة على الجملة:** قوة جذب الشمس. $\vec{F}_{S/T} = G\frac{M_S.M_T}{r^2}\vec{n}$

4- **بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على كوكب الأرض:** $\sum \vec{F}_{ext} = M_T.\vec{a}$

$\vec{F}_{S/T} = M_T.\vec{a} \Leftrightarrow G\frac{M_S.M_T}{r^2}\vec{n} = M_T.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = G\frac{M_S}{r^2}\vec{n}$ // بما أن القوة $\vec{F}_{S/T}$ ناظمية و $\vec{n}$ و $\vec{a}$ لهما نفس الحامل ونفس الاتجاه إذن $v = Cte$ أي أن $a_t = 0$ ناظمي و إذن حركة دائرية منتظمة.

السرعة المدارية: $v = \sqrt{G\frac{M_S}{r}}$ // دور الكوكب حول الشمس: $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_S}}$

الحالات	السرعة المدارية	الدور	الملاحظات
في حالة كوكب يدور حول الشمس (S)	$V_{orb} = \sqrt{\frac{G.M_S}{r}}$	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M_S}.r^3$	M_S كتلة الشمس r البعد بين الكوكب ومركز الشمس
في حالة قمر اصطناعي يدور حول الأرض (T)	$V_{orb} = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M_T}.r^3 = \frac{4\pi^2}{G.M_T}.(R_T+h)^3$	M_T كتلة الأرض R_T نصف قطر الأرض h بعد القمر عن سطح الأرض

ملاحظة: إن كتلة الكواكب والأقمار لا تؤثر على السرعة المدارية والدور.

* **وحدة ثابت الجذب العام وتحليله البعدي:**

من عبارة قوة الجذب العام يمكن كتابة: $G = F\frac{r^2}{m.M}$ ؛ حسب التحليل البعدي لقانون الثاني لنيوتن $F = a.m \rightarrow [F] = [a].[m]$

$$[G] = \frac{[F].[r^2]}{[m].[M]} = \frac{[a].[m].[r^2]}{[m].[M]} = \frac{[a].[r^2]}{[M]} = \frac{m}{S^2}.\frac{m^2}{Kg} = \frac{m^3}{S^2.kg}$$

I- دراسة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:

* **خصائص القمر الصناعي المستقر:**

- ✓ أن يدور القمر الاصطناعي في نفس جهة دوران الأرض (أي من الشرق إلى الغرب).
- ✓ أن يكون على مستوى خط الاستواء (مداره على خط الاستواء).
- ✓ أن يكون دور القمر الاصطناعي مساويا لدور الأرض.
- ✓ أن يكون على ارتفاع القمر على ارتفاع $h \approx 36000Km$

القوى المؤثرة على جسم صلب أثناء السقوط الشاقولي:

- **قوة الثقل:** $\vec{P} = m.\vec{g}$
- **قوة الاحتكاك:** $\vec{f} = -K.\overrightarrow{v^n}$ حيث تأخذ n قيمة 1 أو 2
  - إذا كانت سرعة الجسم صغيرة (ضعيفة) فإن: $f = K.v$
  - إذا كانت سرعة الجسم كبيرة فإن $f = K.v^2$ حيث K ثابت الاحتكاك.

دافعة أرخميدس: هي قوة معاكسة للثقل تدفع من الأسفل الى الاعلى وتظهر في الموائع. (هي ثقل المائع المزاح).

تعطى بالعلاقة: $\overrightarrow{\Pi} = -\rho_f.V.\vec{g}$

حيث $g(m/s^2)$ الجاذبية الأرضية - V حجم الجسم ب (m^3) ρ_f الكتلة الحجمية للمائع ب (Kg/m^3)

Neggala Wael

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

najah213.com

najah213.com · نجاح 213

ملخص الوحدة 05 :تطور جملة ميكانيكية

الأستاذة: نقالة نور الهدى

التحضير الجيد لبكالوريا 2021 ^_^

في معلم غالبي بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد:

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على المحور oz الموجه نحو الأسفل نجد:

$$P - \Pi - f = m.a$$

$$mg - \rho_{air}.V.g - K.v = m.a$$

$$mg - \rho_{air}.V.g - K.v = m.\frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v = \frac{g}{m}(m - \rho_{air}.V)$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v = g\left(1 - \frac{\rho_{air}.V}{m}\right)$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v = g\left(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s}\right)$$

معادلة تفاضلية حليا من الشكل: $v(t) = \frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s}\right)\left(1 - e^{-\frac{K}{m}t}\right)$

بحيث: $\tau = \frac{K}{m}$ ، $v_l = \frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s}\right)$

1- من أجل $f = K.v^2$ المعادلة التفاضلية للسرعة وعبارة v_l السرعة الحدية:

$$v_L = \sqrt{\frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s}\right)} \quad // \quad \frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v^2 = g\left(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s}\right)$$

نموذج السقوط الحر:

تعريف السقوط الحر: حركة كل جسم يخضع لثقله فقط تسمى سقوطا حرا.

القوى المؤثرة: قوة الثقل $\vec{P}$ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{P} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على المحور oz الموجه نحو الأسفل نجد:

$$P = m.a$$

$$m.g = m.a \Rightarrow \boldsymbol{g = a}$$

حركة مركز عطالة الجسم حركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

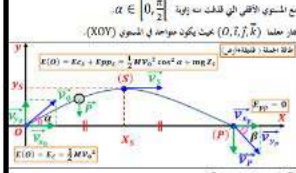
المعادلات الزمنية

المعادلة الزمنية للمسافة	المعادلة الزمنية للسرعة
$z(t) = \frac{1}{2}g.t^2 + v_0.t + z_0$ من الشروط الابتدائية $z_0 = 0$ $z(t) = \frac{1}{2}g.t^2 + v_0.t + z_0$	$v(t) = g.t + c_1$ من الشروط الابتدائية $c_1 = v_0$ $v(t) = g.t + v_0$

تطبيقات القانون الثاني لنيوتن:

حركة القذيفة في حقل الجاذبية الأضية:

- القذيفة هي جسم يقذف من نقطة بسرعة ابتدائية يصنع شعاعها مع المستوى الأفقي التي قذفت منه زاوية $\alpha \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right[$.
- نقذف جسم بسرعة ابتدائية $\vec{V}_0$ كما هو موضح في الشكل . نختار معلما $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ بحيث يكون مواجها في المستوى (XOY).



الشروط الابتدائية	$x_0 = 0$	$y_0 = 0$
	$V_{0x} = V_0 \cos\alpha$	$V_{0y} = V_0 \sin\alpha$
	$t = 0$	

- الحملة المدروسة : الجسم المقذوف (كرية).
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
- القوى الخارجية المؤثرة على الحملة : الثقل $\vec{P}$.
- نطبق القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F} = m\vec{a_G}$ فنجد $\vec{P} = m\vec{a_G}$
- بتحليل العلاقة الشعاعية (بالاسقاط) على المحور (OX) فنجد $0 = ma_x$
- بتحليل العلاقة الشعاعية (بالاسقاط) على المحور (Oy) فنجد $-P_y = ma_y$ ومنه $-mg = ma_y$ أي $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

طبيعة الحركة من خلال المسارع

- مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور (OX) هي حركة مستقيمة منتظمة $(a_x = 0)$.
- مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور (Oy) هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة بانتظام) $(a_y = -g)$.

شعاع المسارع	شعاع السرعة اللحظية	شعاع الموضع (المعادلة)
$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$	$\vec{V}\begin{cases} V_x(t) = V_0 \cos\alpha \\ V_y(t) = -gt + V_0 \sin\alpha \end{cases}$	$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos\alpha\, t & (1) \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin\alpha\, t & (2) \end{cases}$

من (1) نجد $t = \frac{x(t)}{V_0 \cos\alpha}$

بالتعويض في (2) نجد معادلة المسار

$$y(t) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0 \cos\alpha}\right)^2 + V_0 \sin\alpha\left(\frac{x}{V_0 \cos\alpha}\right)$$

$$y(t) = -\frac{g}{2V_0^2 \cos\alpha^2}x^2(t) + \tan\alpha\ x(t)$$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

najah213.com