أولاً: اختر الإجابة الصحيحة: (20M)

1- نواس بسيط يدق الثانية من أجل الزوايا الصغيرة، نجعل طول الخيط ربع ما كان عليه فيصبح دوره الخاص الجديد :

a) $\grave{T_0} = 2\ s$ b) $\grave{T_0} = 1\ s$

c) $\grave{T_0} = \frac{1}{2}\ s$ d) $\grave{T_0} = 4\ s$

2- يزداد دور نواس الفتل:

a) بإضافة كتل على طرفي الساق b) بتقصير طول سلك الفتل

c) بزيادة السعة الزاوية θ_{max} d) بنقله إلى مكان مرتفع

ثانياً: ضع إشارة صح أو خطأ وصحح العبارة الخطأ: (20M)

1- ينقص دور النواس الثقلي كلما زاد الارتفاع عن مركز الأرض.

2- يزداد دور نواس الفتل بزيادة السعة الزاوية θ_{max}.

3- عند مرور النواس المرن في مركز التوازن تنعدم كلاً من قوة الإرجاع والطاقة الكامنة والتسارع.

4- يكون توتر خيط النواس البسيط أعظمياً عند المطالين $\mp\theta_{max}$

ثالثاً: فسر علمياً مستخدماً العلاقات اللازمة (40M)

1- نواس المرن يقف لسبب ما في مركز التوازن فإذا زال سبب التوقف فإنه يبقى ساكناً.

2- لدينا نواس ثقلي مؤلف من قرص متجانس معلق بمحور مار بنقطة من محيطه فإن دوره الخاص من أجل الزوايا الصغيرة لا يتعلق بكتلته.

رابعاً: أجب عن سؤالين فقط مما يلي: (40M للأول و 30M للسؤال الاختياري)

1- انطلاقاً من العلاقة : $\overline{\Gamma_{\vec{R}}} + \overline{\Gamma_{\vec{W}}} = I_\Delta \cdot \bar{\alpha}$ **(إجباري)**

برهن أن حركة النواس الثقلي (المركب) جيبية دورانية دورية فقط في حال الزوايا الصغيرة. وأوجد علاقة الدور الخاص له موضحاً دلالات الرموز.

2- انطلاقاً من علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي (المركب) من أجل الزوايا الصغيرة، أوجد علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي البسيط ، ثم عرفه نظرياً وعملياً.

3- انطلاقاً من تابع المطال $\bar{x} = x_{max}\cos(\omega_0 t)$ في النواس المرن.

أوجد علاقة التسارع وناقش متى ينعدم، ومتى يكون أعظمياً وارسم خطه البياني خلال دور واحد.

خامساً: حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: (80M)

ساق مهملة الكتلة طولها $\ell = \frac{1}{2}m$ نجعلها شاقولية ونعلقها بمحور أفقي مار من منتصفها، ونثبت في طرفها العلوي كتلة $m_1 = (300)g$ وفي نهايتها السفلية كتلة $m_2 = (500)g$

1- احسب دور اهتزازاتها صغيرة السعة. 2- احسب طول النواس البسيط المواقت.

3- نزيح الجملة عن وضع توازنها الشاقولي بسعة زاوية $(\theta_{max} = 60°)$ ونتركها بدون سرعة زاوية ابتدائية.

استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لحظة المرور بالشاقول، ثم احسب قيمتها.

4- احسب السرعة الخطية لمركز عطالة الجملة لحظة المرور بالشاقول.

المسألة الثانية: (85M)

نشكل نواس فتل مؤلف من قرص متجانس معلق من مركزه بسلك فتل شاقولي ليهتز بحركة جيبية دورانية دورها الخاص (2 s).

فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول سلك التعليق $(I_\Delta = 0.02\ kg \cdot m^2)$:

1- احسب ثابت فتل السلك.

2- نزيح القرص عن وضع توازنه بزاوية $(30°)$ ونتركه بدون سرعة زاوية في اللحظة $(t = 0)$ والمطلوب:

a) استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

b) احسب السرعة الزاوية للقرص لحظة مروره الأول بوضع التوازن.

c) نحذف من طول سلك الفتل ربعه، ونعلق القرص بالقسم المتبقي. احسب الدور الجديد للنواس.

المسألة الثالثة: (85M)

نواس بسيط مؤلف من كرة صغيرة كثافتها النسبية كبيرة، معلقة بسلك معدني طوله $(\ell_0 = 1m)$ في الدرجة (0°C).

1- نزيح النواس عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية $(\theta_{max} > 0.24\ rad)$ ونتركه بدون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية للكتلة لحظة المرور بشاقول نقطة التعليق $(v = 2\ m \cdot s^{-1})$.

استنتج بالرموز علاقة θ_{max} بدلالة إحدى النسب المثلثية ثم احسب قيمتها.

2- إذا علمت أن توتر خيط النواس لحظة مرور بالشاقول (7 N) استنتج بالرموز علاقة كتلة كرة النواس ثم احسب قيمتها.

3- نجعل النواس ينوس بسعة صغيرة حيث $g = 10\ m \cdot s^{-2}$ ، ونزيد درجة الحرارة $(0 \rightarrow 20\ °C)$ احسب التغير النسبي في دور النواس إذا علمت أن عامل التمدد الطولي لخيط النواس $\alpha = 4 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$