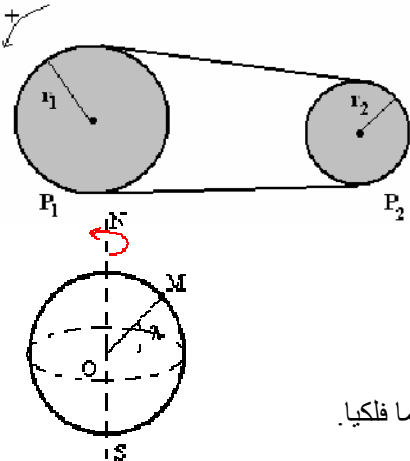


تمرين-1



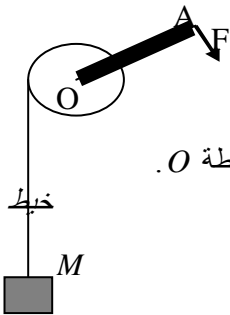
- على مروود محرك كهربائي نثبت بكرة (P_1) شعاعها $R_1 = 355 \text{ mm}$ وبواسطة سير نربط هذه الأخيرة ببكرة (P_2) شعاعها $R_2 = 100 \text{ mm}$. زاوية دوران مروود المحرك $\omega = 12 \text{ rad/s}$. نعتبر أن السير لا ينزلق على البكرتين
- أوجد تعبير السرعة الخطية v لنقطة تنتمي لمحيط البكرة (P_1) بدلالة السرعة الزاوية ω و الشعاع r_1 . وكذلك السرعة الخطية v_2 لنقطة من محيط البكرة (P_2) بدلالة ω و r_2 . نعتبر أن α_1 و α_2 زاويتي الدوران خلال نفس المدة الزمنية بين أن $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$.
 - أحسب السرعة الزاوية ω_2 للبكرة (P_2) .
 - أحسب دور و تردد البكرتين (P_1) و (P_2) .

تمرين-2:

- نعتبر أن الأرض كروية الشكل شعاعها R تدور الأرض حول نفسها خلال المدة T و التي توافق يوماً فلكياً.
- أعط السرعة الزاوية لدوران الأرض.
 - أوجد تعبير السرعة v لنقطة M من سطح الأرض معلمة بخط عرض λ في المعلم المركزي الأرضي بدلالة λ و T و R .
 - أحسب السرعات الخطية للنقط توجد في خط الاستواء $\lambda = 0$. في مراكش $\lambda = 32^\circ$. في باريس $\lambda = 48^\circ$. نعطي مدة يوم فلكي: $T = 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ s}$ $R = 6380 \text{ km}$

تمرين-3:

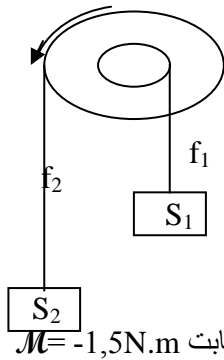
($g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$) و نهمل جميع الاحتكاكات)



- يرفع عامل حمولة كتلتها $M = 120 \text{ kg}$ بواسطة الجهاز و الذي يتكون من ساق متجانسة مقطوعها ثابتو قطرها $D = 20 \text{ cm}$ ، و قضيب OA طوله $l = 90 \text{ cm}$. تدور الساق حول محور (Δ) يمر من النقطة O .
- أحسب شدة القوة \vec{F} الضرورية لرفع الحمولة، علماً أن الساق تدور بسرعة زاوية ثابتة.
 - لترفع الحمولة بارتفاع h أدار العامل القضيب 18 دورة. عين الشغل الذي بذله العامل والارتفاع h .
 - عين شغل وزن الحمولة. ماذا تستنتج.
 - لأنجز نفس الشغل $W(\vec{F})$ نستعمل محركاً ينجز 5 دورات في الثانية. ما قدرة هذا المحرك

تمرين-4

تتكون المجموعة المكونة في الشكل التالي من- بكرة P ذات مجريين شعاع كل منها هو $R=20\text{cm}$, $r=5\text{cm}$ قابلة للدوران حول محور ثابت جسمين صلبين S_1, S_2 كتلتها على التوالي هما $M=5\text{kg}$, $m=3\text{kg}$ مشدودان بخيط غير قابل للامتداد و كتلته مهله عند اللحظة t_1 نحرر المجموعة حسب المنحى المبين في الشكل



بسرعة زاوية ثابتة $\omega = 12 \text{ rad/s}$

1-1 اجرد القوى المطبقة على البكرة P و S_1 و S_2

1-2 احسب V_1 سرعة الجسم S_1 و V_2 سرعة الجسم S_2 عند اللحظة t_2

1-3 حدد المسافة التي يقطعها الجسم S_1 بين اللحظتين t_1 و t_2 علماً أن الجسم S_2 قطع المسافة 15 m .

1-4 باعتبار السرعة ثابتة بين اللحظتين t_1 و t_2 أوجد T_1 توتر الخيط f_1 و T_2 توتر الخيط f_2 .

1-5 أحسب عزم القوة T_1 ثم عزم القوة T_2 هل النتيجة المحصل عليها تؤكد المنحى المختار في الشكل

2- عند اللحظة t_2 ينقطع الخيطين f_1 و f_2 حيث تتوقف البكرة بعد انجازها 40 دورة تحت تأثير مزدوجة كبح عزمها ثابت $M = -1,5 \text{ N.m}$

2-1 أحسب عزم مزدوجة مزدوجة العزم علماً أن M

التمرين 5 (الاحتكاكات مهله و $g=10 \text{ N.kg}^{-1}$; $\alpha=30^\circ$ انتقال S_2 و $B'A'$ انتقال S_1 حيث $BA=40 \text{ cm}$)

تتكون المجموعة الممثلة في الشكل التالي من: بكرة P ذات مجريين شعاع كل منها هو $R=10\text{cm}$, $r=2\text{cm}$ قابلة للدوران حول محور ثابت يمر من مركزها جسمان صلبان S_1, S_2 كتلتها على التوالي: $M=5\text{kg}$, $m=3\text{kg}$ مشدودان بخيط غير قابل للامتداد و كتلته مهله نحرر المجموعة حيث تردد دوران البكرة ثابت $N=150 \text{ rad/min}$ فينطلق الجسم S_2 من الموضع B ليصل إلى النقطة A في حين ينتقل S_1 نحو الأسفل

1-1 اجرد القوى المطبقة على البكرة P و S_1 و S_2

1-2 اوجد العلاقة بين السرعة الخطية للجسم S_1 و السرعة الخطية للجسم S_2

S_2 تم استنتاج العلاقة بين BA و $B'A'$

1-3 بتطبيق مبدأ القصور احسب شدة تأثير الخيط T_2 على الجسم S_2 ثم شدة تأثير الخيط T_1 على الجسم S_1

1-4 أحسب شغل وزن الجسم S_1 و الجسم S_2 ثم شغل القوة T_2 و شغل القوة T_1

2 لحظة مرور الجسم S_2 من الموضع A ينقطع الخيط و يستمر الجسم S_2 في الحركة تحت تأثير وزنه حيث $W(\vec{P}) = -60 \text{ N}$

2-1 حدد المسافة x التي سيقطعها الجسم S_2 قبل أن يتوقف انطلاقاً من الموضع A

2-2 عند توقف الجسم S_2 ينزلق طول المدار ABD وفق الخط الأكبر ميلاً. حيث الجزء BD دائري شعاعه r_1 ليصل إلى النقطة D كما هو مبين في الشكل

حدد تعبير شغل وزن الجسم خلال هذا المسار بدلالة M و g و AB و x و r_1 ثم α_1 و α

عناصر الاجابة

التمرين 1

تعبير السرعة الخطية لنقطة تنتمي الى :

- محيط البكرة P_1 هي

$$V_1 = r_1 \omega_1$$

- محيط البكرة P_2 هي

$$V_2 = r_2 \omega_2$$

الخط غير قابل للامتداد و غير قابل للانزلاق اذن $V_1 = V_2$ منه نجد

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \quad \text{اذن} \quad \omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \omega_1$$

2 دور و تردد
التردد

$$N_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} \quad \text{اذن} \quad \omega_1 = 2\pi N_1 \quad \text{البكرة } P_1$$

$$N_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} \quad \text{اذن} \quad \omega_2 = 2\pi N_2 \quad \text{البكرة } P_2$$

الدور

البكرة P_1

$$T_1 = \frac{1}{N_1}$$

البكرة P_2

$$T_2 = \frac{1}{N_2}$$

التمرين 2

1 نعلم أن تعبير السرعة هو $w = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

ومنه نجد $w = 7,28 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$

2 الأرض تدور حول المحور (SN) بسرعة زاوية w اذن جميع النقط التي تنتمي الى الارض تدور بنفس سرعة الزاوية لكن بسرعات خطية مختلفة

النقطة M تدور بسرعة زاوية w ممرزة حول النقطة O_1 اذن السرعة الخطية للنقطة M يعبر عنها بالعلاقة

$$V_M = O_1 M \cdot w \quad \text{مع} \quad r_M = O_1 M$$

من خلال الشكل

$$r_M = R \cdot \cos \lambda \quad \text{حيث} \quad R = OM$$

$$V_{M_1} = 464 \text{ m/s}$$

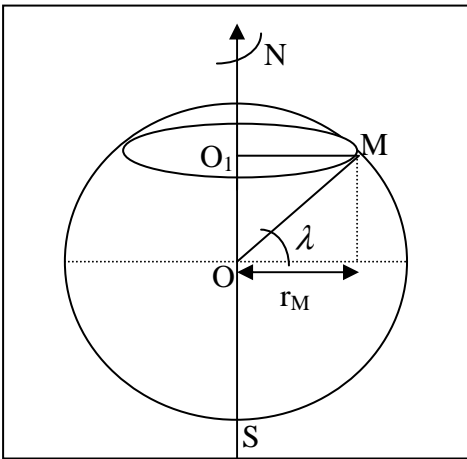
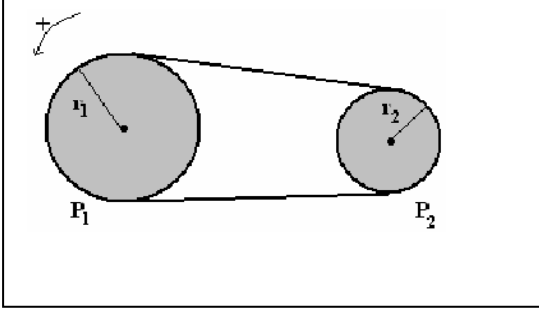
خط الاستواء

$$V_{M_2} = 394 \text{ m/s}$$

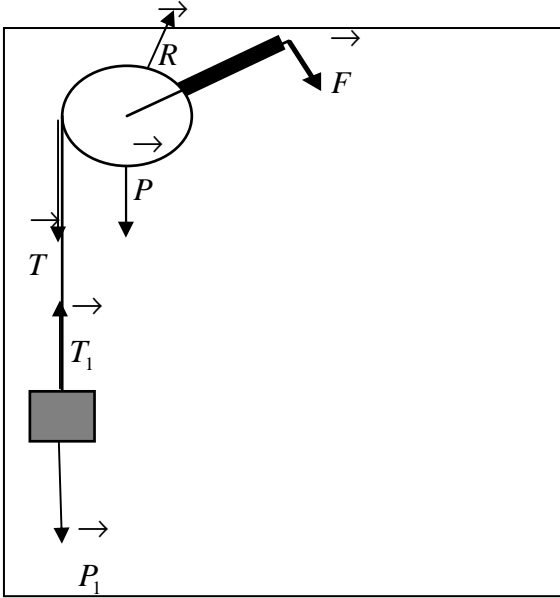
مراكش

$$V_{M_3} = 311 \text{ m/s}$$

باريس



التمرين 3



1 جرد القوى المطبقة على البكرة
 \vec{F} القوة المطبقة من طرف العامل
 \vec{P} وزن البكرة

\vec{R} تأثير المحور

\vec{T} توتر الحبل

جرد القوى المطبقة على الجسم

\vec{P} وزن الجسم

\vec{T}_1 توتر الخيط

بما ان السرعة الزاوية ثابتة نطبق مبدأ القصور
 مجموع عزوم القوى المطبقة على البكرة منعدم

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}) = 0$$

حيث أن عزم كل من وزن البكرة و تأثير المحور منعدم لكون أن خطي تأثير هاتين القوتين يتقاطعان مع محور الدوران،
 توتر الخيط يساوي وزن الجسم حسب مبدأ القصور و مبدأ التأثيرات البيئية .

$$-Mg \frac{D}{2} + Fl = 0 \quad \text{نجد}$$

$$F = 133,33N \quad \text{ادن} \quad \boxed{F = \frac{MgD}{2l}}$$

2 الشغل المنجز من طرف العامل

$$\Delta\theta = 18.2\pi \quad \text{مع} \quad W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F})\Delta\theta$$

$$W(\vec{F}) = 13564,45j \quad \text{ت ع}$$

الارتفاع h

$$h = 11,3m \quad \text{ادن} \quad n = 18 \quad \text{عدد الدورات المنجزة من طرف العامل} \quad \boxed{s = h = n \cdot \Delta\theta \cdot \frac{D}{2}} \quad \text{لدينا}$$

3 الشغل المنجز من طرف وزن الجسم

$$W(\vec{P}_1) = -13560J \quad \text{ادن} \quad W(\vec{P}_1) = -Mgh$$

استنتاج

$$\text{نلاحظ أن} \quad W(\vec{F}) \approx W(\vec{P}_1) \quad \text{ادن حركة البكرة منتظمة}$$

$$4 \quad \text{القدرة المنجزة من طرف المحرك} \quad \boxed{P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}} \quad \text{حيث} \quad \Delta t = \frac{n}{5} \quad \text{و بالتالي نجد} \quad P = \text{wat}$$

التمرين 4

جرد القوى

1-1 بالنسبة للبكرة و الجسم S_1 و الجسم S_2

انظر الشكل جانبه

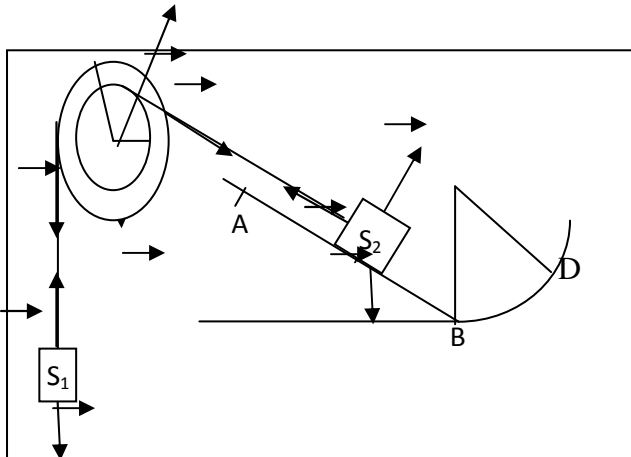
1-2 العلاقة بين السرعة الخطية للجسم S_1 و السرعة

الخطية للجسم S_2

$$\boxed{V_2 = \frac{R}{r} V_1}$$

بضرب طرفي المعادلة السابقة في الزمن t نجد

$$\text{نجد} \quad tV_2 = \frac{R}{r} V_1 t$$



$$AB = \frac{R}{r} A'B'$$

1-3 تحديد توتر الخيط \vec{T}
 بما أن تردد البكرة ثابت اذن السرعة الزاوية ثابتة اذن السرعة الخطية للجسم S_2 ثابتة كذلك
 بتطبيق مبدأ القصور مجموع القوى المطبقة على الجسم S_2 تساوي المتجهة المنعدمة
 $\vec{P}_2 + \vec{R}_2 + \vec{T} = \vec{0}$

بإسقاط المتجهات على منحنى الحركة نجد $T = 25N$ اذن $T = Mg \sin \alpha$

تحديد توتر الخيط \vec{T}_2
 بتطبيق مبدأ القصور على الجسم S_1 نجد $T_2 = P_2 = 30N$

$$W(\vec{P}_2) = -W(\vec{T}) = MgAB \sin \alpha = -10J$$

شغل وزن الجسم S_2
 لدينا

1-4 شغل وزن الجسم S_1

$$W(\vec{P}_1) = -W(\vec{T}_2) = mg \frac{r}{R} AB = 2,4J$$

2

2-1 خلال المسافة x ينجز وزن الجسم شغلا مقاوما تعبيره

$$W(\vec{P}_2) = -Mgx \sin \alpha = -60J$$

من خلال العلاقة نجد

$$x = 2,4m \quad \text{اذن} \quad x = \frac{-60}{-Mg \sin \alpha}$$

2-2 الشغل المنجز من طرف الجسم S_2 خلال الرجوع طول المدار (ABD)

$$W(\vec{P}_2)_{ABD} = W(\vec{P}_2)_x + W(\vec{P}_2)_{BA} + W(\vec{P}_2)_{AD}$$

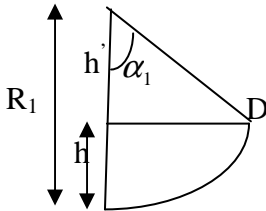
حيث

$$W(\vec{P}_2)_x = Mgx \sin \alpha$$

$$W(\vec{P}_2)_{BA} = MgBA \sin \alpha$$

$$W(\vec{P}_2) = -Mgh$$

من خلال الشكل نلاحظ $h = R_1(1 - \cos \alpha_1)$ اذن $h = R_1 - h'$



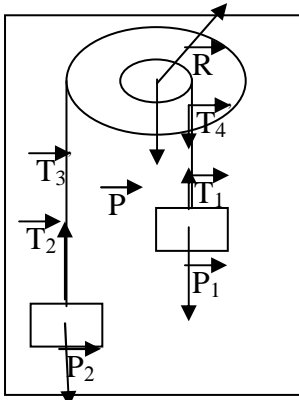
$$W(\vec{P}_2)_{BA} = Mg(BA + x) \sin \alpha - MgR_1(1 - \cos \alpha_1)$$

التمرين 5

جرد القوى أنظر الشكل

1-1 بنفس الطريقة المتبعة في حل التمرين الأول (السؤال 1-2) نجد

$$V_2 = \frac{R}{r} V_1$$



$$d_2 = \frac{R}{r} d_1$$

المسافة التي يقطعها الجسم S_2

$$d_1 = 3,75 \text{ m} \quad \text{ادن}$$

1-4 بما أن تردد دوران البكرة ثابت اذن السرعة الزاوية ثابتة و بالتالي السرعة الخطية للجسم S_1 ثابتة

مبدأ القصور المتجهي للقوى المطبقة على جسما تساوي المتجهة المنعدمة

بتطبيق مبدأ القصور على S_1

$$\vec{T}_1 + \vec{P}_1 = \vec{0} \quad \text{بإسقاط المتجهات على منحنى الحركة نجد :}$$

$$T_1 - P_1 = 0 \quad \text{ادن} \quad \boxed{T_1 = P_1} \quad \text{و بالتالي} \quad T_1 = 50 \text{ N}$$

بتطبيق مبدأ القصور على S_2

$$\vec{T}_2 + \vec{P}_2 = \vec{0} \quad \text{بإسقاط المتجهات على منحنى الحركة نجد :}$$

$$-T_2 + P_2 = 0 \quad \text{ادن} \quad \boxed{T_2 = P_2} \quad \text{و بالتالي} \quad T_2 = 30 \text{ N}$$

عزم القوة \vec{T}_1 : أنظر الشكل

حيث $M_{\Delta}(\vec{T}_1) = -M_{\Delta}(\vec{T}_4)$ حسب مبدأ التأثيرات البينية نجد $\vec{T}_1 + \vec{T}_4 = \vec{0}$ اذن $T_1 = T_4$ و بالتالي

$$\boxed{M_{\Delta}(\vec{T}_1) = -M_{\Delta}(\vec{T}_4) = T_1 r = 2,5 \text{ N.m}}$$

عزم القوة \vec{T}_2 : أنظر الشكل

حيث $M_{\Delta}(\vec{T}_2) = -M_{\Delta}(\vec{T}_3)$ حسب مبدأ التأثيرات البينية نجد $\vec{T}_2 + \vec{T}_3 = \vec{0}$ اذن $T_2 = T_3$ و بالتالي

$$\boxed{M_{\Delta}(\vec{T}_2) = -M_{\Delta}(\vec{T}_3) = T_3 R = -6 \text{ N.m}}$$

نلاحظ أن المختار اعتباطيا $\boxed{|M_{\Delta}(\vec{T}_4)| \geq |M_{\Delta}(\vec{T}_3)|}$ اذن البكرة تدور عكس منحنى دوران عقارب الساعة و هذا يؤكد المنحنى

2-1 شغل مزدوجة الكبح
لدينا

$$W_{cf} = -M \cdot \Delta\theta \quad \text{حيث} \quad \Delta\theta = n \cdot 2\pi \quad \text{و} \quad n = 40$$

$$W_{cf} = -376,8 \text{ J}$$

ت ع

صلاح الدين بنساعد