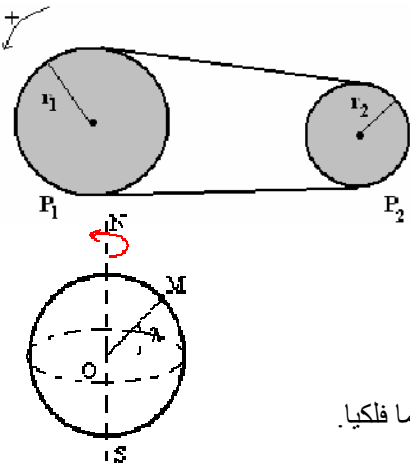


**تمرين 1-**

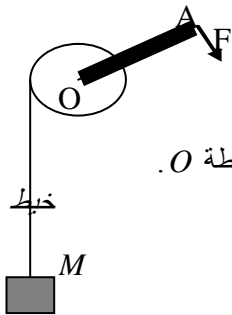


- على مرود محرك كهربائي نثبت بكرة  $(P_1)$  شعاعها  $R_1 = 355 \text{ mm}$  وبواسطة سير نربط هذه الأخيرة ببكرة  $(P_2)$  شعاعها  $R_2 = 100 \text{ mm}$ . زاوية دوران مرود المحرك  $\omega = 12 \text{ rad/s}$ . نعتبر أن السير لا ينزلق على البكرتين
- أوجد تعبير السرعة الخطية  $v$  لنقطة تنتمي لمحيط البكرة  $(P_1)$  بدلالة السرعة الزاوية  $\omega$  و الشعاع  $r_1$ . وكذلك السرعة الخطية  $v_2$  لنقطة من محيط البكرة  $(P_2)$  بدلالة  $r_2$  و  $\omega$ .
  - نعتبر أن  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  زاويتي الدوران خلال نفس المدة الزمنية بين أن  $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$ .
  - أحسب السرعة الزاوية  $\omega_2$  للبكرة  $(P_2)$ .
  - أحسب دور و تردد البكرتين  $(P_1)$  و  $(P_2)$ .

**تمرين 2-**

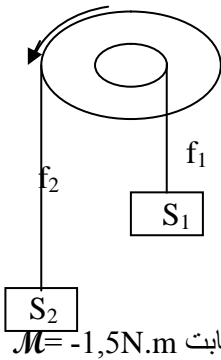
- نعتبر أن الأرض كروية الشكل شعاعها  $R$  تدور الأرض حول نفسها خلال المدة  $T$  و التي توافق يوماً فلكياً.
- أعط السرعة الزاوية لدوران الأرض.
  - أوجد تعبير السرعة  $v$  لنقطة  $M$  من سطح الأرض معلمة بخط عرض  $\lambda$  في المعلم المركزي الأرضي بدلالة  $\lambda$  و  $T$  و  $R$ .
  - أحسب السرعات الخطية 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-**



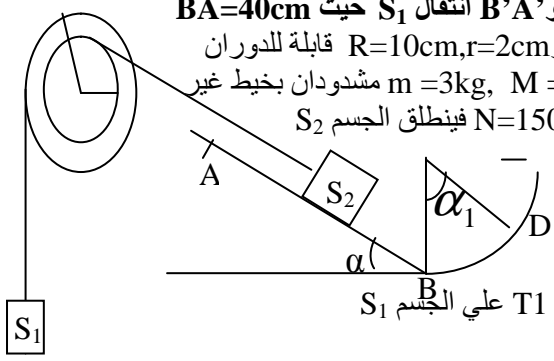
- يرفع عامل حمولة كتلتها  $M = 120 \text{ kg}$  بواسطة الجهاز و الذي يتكون من ساق متجانسة مقطوعها ثابتو قطرها  $D = 20 \text{ cm}$ ، و قضيب  $OA$  طوله  $l = 90 \text{ cm}$  تدور الساق حول محور  $(\Delta)$  يمر من النقطة  $O$ .
- أحسب شدة القوة  $\vec{F}$  الضرورية لرفع الحمولة، علماً أن الساق تدور بسرعة 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 صليبين  $S_1, S_2$  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 المنحي المبين في الشكل بسرعة زاوية ثابتة  $w = 12 \text{ rad/s}$
- أجرى القوى المطبقة على البكرة  $P$  و  $S_1$  و  $S_2$
  - أحسب  $V_1$  سرعة الجسم  $S_1$  و  $V_2$  سرعة الجسم  $S_2$  عند اللحظة  $t_2$
  - حدد المسافة التي يقطعها الجسم  $S_1$  بين اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$  علماً أن الجسم  $S_2$  قطع المسافة  $15 \text{ m}$ .
  - باعتبار السرعة ثابتة بين اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$  أوجد  $T_1$  توتر الخيط  $f_1$  و  $T_2$  توتر الخيط  $f_2$ .
  - أحسب عزم القوة  $T_1$  ثم عزم القوة  $T_2$  هل النتيجة المحصل عليها تؤكد المنحي المختار في الشكل
  - عند اللحظة  $t_2$  ينقطع الخيطين  $f_1$  و  $f_2$  حيث تتوقف البكرة بعد انجازها 40 دورة تحت تأثير مزدوجة كبح عزمها ثابت  $M = -1,5 \text{ N.m}$
  - أحسب عزم مزدوجة مزدوجة العزم علماً أن  $M$

**التمرين 5**



- (الاحتكاكات مهله و  $g=10 \text{ Nkg}^{-1}$ ;  $\alpha=30^\circ$  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 صليبان  $S_1, S_2$  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
- أجرى القوى المطبقة على البكرة  $P$  و  $S_1$  و  $S_2$
  - أوجد العلاقة بين السرعة الخطية للجسم  $S_1$  و السرعة الخطية للجسم  $S_2$  تم استنتاج العلاقة بين  $BA$  و  $B'A'$
  - بتطبيق مبدأ القصور احسب شدة تأثير الخيط  $T_2$  على الجسم  $S_2$  ثم شدة تأثير الخيط  $T_1$  على الجسم  $S_1$
  - أحسب شغل وزن الجسم  $S_1$  و الجسم  $S_2$  ثم شغل القوة  $T_2$  و شغل القوة  $T_1$

- لحظة مرور الجسم  $S_2$  من الموضع  $A$  ينقطع الخيط و يستمر الجسم  $S_2$  في الحركة تحت تأثير وزنه حيث  $W(\vec{P}) = -60 \text{ N}$
- حدد المسافة  $x$  التي سيقطعها الجسم  $S_2$  قبل أن يتوقف انطلاقاً من الموضع  $A$
- 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  $\alpha_1$  و  $\alpha$

## 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

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

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

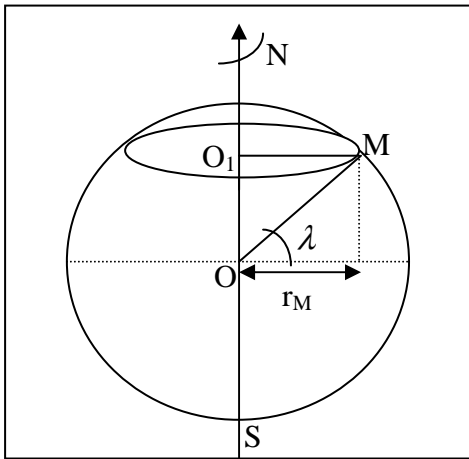
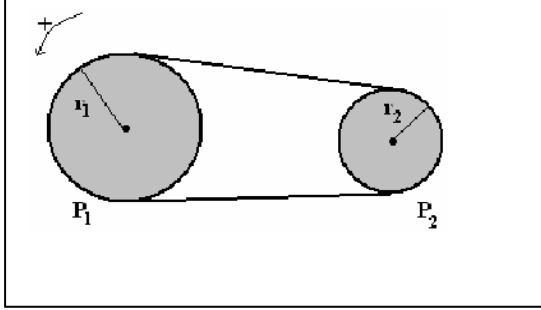
خط الاستواء

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

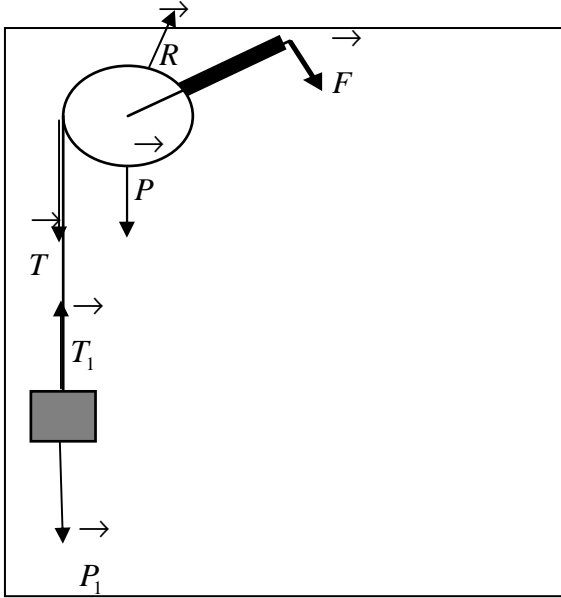
مراكش

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

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 البينية .

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

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

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

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

3 الشغل المنجز من طرف وزن الجسم

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

استنتاج

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

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

### التمرين 4

جرد القوى

1-1 بالنسبة للبكرة و الجسم  $S_1$  و الجسم  $S_2$

انظر الشكل جانبه

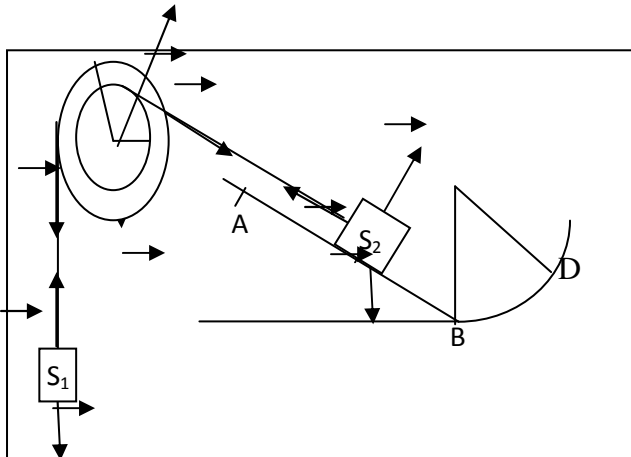
1-2 العلاقة بين السرعة الخطية للجسم  $S_1$  و السرعة

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 ادن السرعة الزاوية ثابتة ادن السرعة الخطية للجسم  $S_2$  ثابتة كذلك  
 بتطبيق مبدأ القصور مجموع القوى المطبقة على الجسم  $S_2$  تساوي المتجهة المنعدمة  

$$\vec{P}_2 + \vec{R}_2 + \vec{T} = \vec{0}$$

باسقاط المتجهات على منحنى الحركة نجد  $T = 25N$  ادن  $T = Mg \sin \alpha$

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  $S_1$

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

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

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

من خلال العلاقة نجد

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

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

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

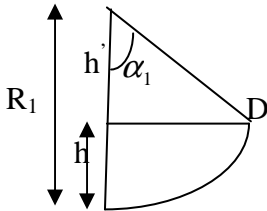
حيث

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

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

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

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



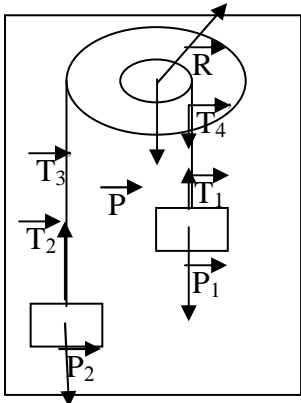
$$W(\vec{P}_2)_{BA} = Mg(BA + x) \sin \alpha - MgR_1(1 - \cos \alpha_1)$$

## 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