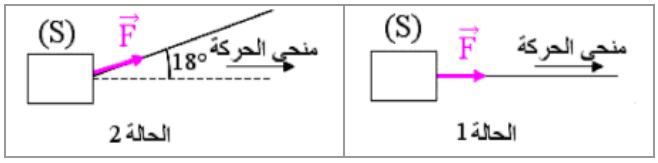
تمارين

شغل و قدرة قوة

تمرين 1

يجر جسم صلب (S) على مسافة $d = 300\ m$. شدة قوة الجر $\vec{F}$ تبقى ثابتة و تساوي $F = 2\ 000\ N$.

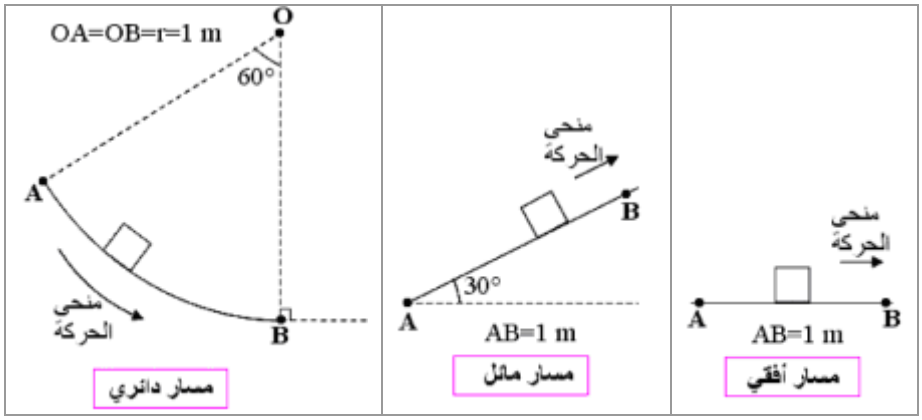
أحسب شغل القوة $\vec{F}$ في كل من الحالتين التاليتين:



تمرين 2

أحسب شغل وزن جسم صلب (S) كتلته $m = 10\ kg$ خلال انتقال مركز قصوره من نقطة A إلى نقطة B في كل من الحالات التالية.

نعتبر مجال الثقالة منتظما و شدته $g = 10\ N.kg^{-1}$.



تمرين 3

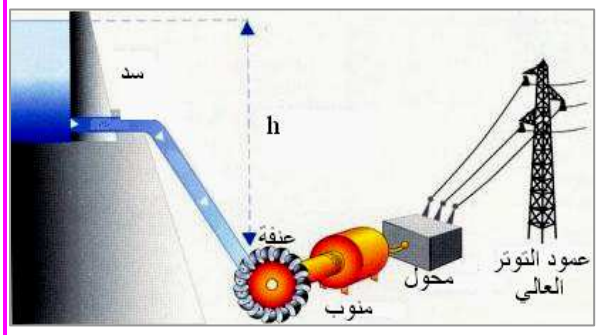
تستعمل رافعة لنصب عمود كهرباء كتلته $m = 190\ kg$ و ارتفاعه $h = 6\ m$ في وضع عمودي انطلاقا من وضع أفقي.

نعتبر مجال الثقالة منتظما و شدته $g = 10\ N.kg^{-1}$.

أحسب قدرة الرافعة علما أن العملية استغرقت دقيقة واحدة.

تمرين 4

القدرة النافعة لعنفة محطة كهرومائية هي $P = 120\ MW$. تدار هذه العنفة تحت تأثير سقوط الماء من ارتفاع $h = 900\ m$.

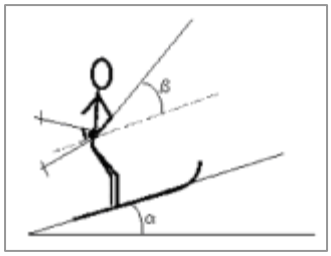


نعتبر مجال الثقالة منتظما و شدته $g = 10\ N.kg^{-1}$. و الكتلة الحجمية للماء هي $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$.

1) أحسب بالوحدة $m^3.min^{-1}$ صبيب الماء اللازم نظريا.

2) أحسب الصبيب الفعلي علما أن المردود هو 80% (المردود يساوي نسبة القدرة النافعة على القدرة المستهلكة).

تمرين 5



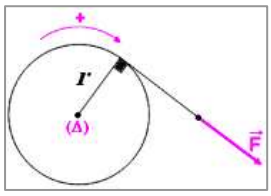
يصعد متزلج كتلته $m = 80\ kg$ منحدرا مستقيما و مائلا بالزاوية $\alpha = 20°$ ، بسرعة ثابتة لقطع المسافة $AB = 1\ 500\ m$.

يخضع المتزلج لقوة جر يطبقها حبل اتجاهه يحدد الزاوية β مع اتجاه المنحدر. يطبق السطح الجليدي على المزلجتين قوة احتكاك ثابتة في اتجاه متجهة السرعة و في المنحى المعاكس للحركة، و شدتها $f = 30\ N$.

نعتبر مجال الثقالة منتظما و شدته $g = 10\ N.kg^{-1}$.

1) أجرد جميع القوى المطبقة على المتزلج و لوازمه ثم مثل متجهاتها في الشكل.
2) أحسب شغل كل من الوزن و قوة الاحتكاك.
3) أحسب شغل قوة الجر التي يطبقها الحبل على المتزلج.

تمرين 6



يلف خيط غير قابل للامتداد حول أسطوانة شعاعها $r = 5\ cm$ و قابلة للدوران حول محورها (Δ) ، ثم يسحب من طرفه الحر تحت تأثير قوة ثابتة شدتها $F = 100\ N$.

أحسب شغل القوة $\vec{F}$ عندما تنجز الأسطوانة 20 دورة.

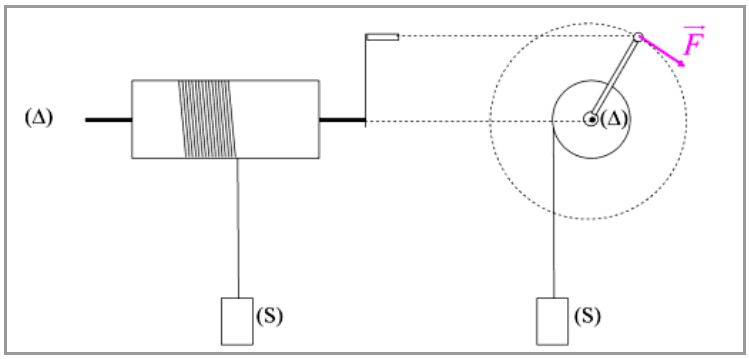
تمرين 7

يطبق محرك سيارة على مروده مزدوجة قوتين عزمها $150\ N.m$ يدور المحرك بسرعة ثابتة تساوي 3 600 دورة في الدقيقة.

أحسب قدرة المحرك بالوحدتين kW (كيلو واط) و ch (حصان بخاري).

تمرين 8

يدار ملفاف بقوة ثابتة شدتها $F = 200\ N$ و خط تأثيرها يبقى مماسا للانتقال.



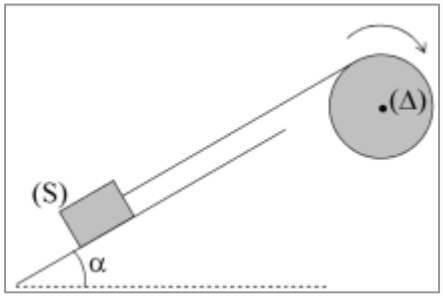
1) أحسب شغل القوة $\vec{F}$ عندما ينجز الملفاف 25 دورة، علما أن شعاع المدورة يساوي $35\ cm$.
2) بإهمال قوى الاحتكاك، أحسب الارتفاع الأقصى الذي تصله الحمولة (S) علما أن كتلتها تساوي $150\ kg$.

نعتبر مجال الثقالة منتظما و شدته $g = 10\ N.kg^{-1}$.

تمرين 9

على سطح مستو و مائل بالزاوية $\alpha = 30°$ عن الخط الأفقي، تجر حمولة (S) وزنها $P = 1\ 000\ N$ بسرعة ثابتة. بواسطة حبل كتلته مهملة و ملفوف حول أسطوانة شعاعها $R = 20\ cm$. تدار الأسطوانة بدون احتكاك بواسطة محرك يطبق عليها مزدوجة عزمها ثابت.

تخضع الحمولة لقوة احتكاك شدتها ثابتة و تساوي $f = 200\ N$.



1) أجرد القوى المطبقة على كل من الحمولة و الأسطوانة و مثل متجهاتها في الشكل.
2) أحسب شدة القوة التي يطبقها الحبل على الحمولة.
3) أحسب عزم المزدوجة التي يطبقها المحرك على الأسطوانة.
4) استنتج قدرة المحرك علما أن سرعة الحمولة هي $v = 0,5\ m.s^{-1}$.

شغل و قدرة قوة

تمرين 1

شغل القوة $\vec{F}$ يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة و متجهة الانتقال:

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB} = Fd\cos(\vec{F},\overrightarrow{AB})$$

في الحالة 1	في الحالة 2
$(\vec{F},\overrightarrow{AB}) = 0$	$(\vec{F},\overrightarrow{AB}) = 18°$
$W_{A\to B}(\vec{F}) = Fd\cos 0°$	$W_{A\to B}(\vec{F}) = Fd\cos 18°$
ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{F}) = 2000\times 300\times 1$	ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{F}) = 2000\times 300\times 0{,}951$
$W_{A\to B}(\vec{F}) = 6.10^5 J$	$W_{A\to B}(\vec{F}) = 5{,}7.10^5 J$

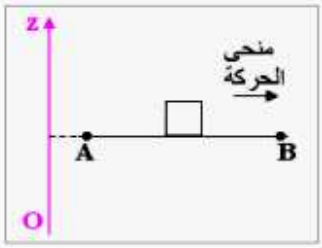
نلاحظ أن شغل القوة أكبر في الحالة 1 حيث تطبق القوة في اتجاه و منحى الانتقال.

تمرين 2

شغل وزن جسم صلب في مجال الثقالة المنتظم لا يتعلق بشكل المسار بل فقط بالموضعين البدئي A و النهائي B. باختيار محور (Oz) رأسي و موجه نحو الأعلى، تعبير شغل الوزن هو:

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$

- حالة المسار الأفقي:

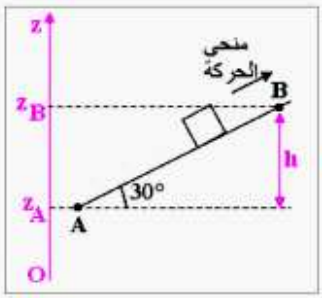


$z_B = z_A$

أي: $z_A - z_B = 0$

$W_{A\to B}(\vec{P}) = 0$ ←

- حالة المسار المائل:



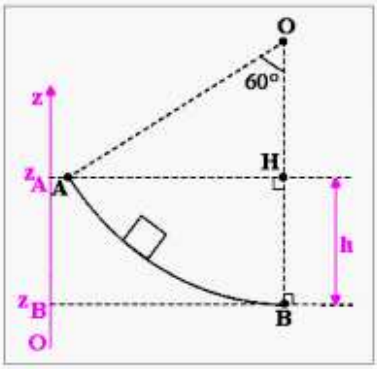
$z_A - z_B = -h = -AB.\sin\alpha$

$W_{A\to B}(\vec{P}) = -mg.AB.\sin\alpha$ ←

ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{P}) = -10\times 10\times 1\times \sin 30°$

$W_{A\to B}(\vec{P}) = -50\ J$

في هذه الحالة للوزن شغل مقاوم.



- حالة المسار الدائري:

$$z_A - z_B = +h$$

$$h = OB - OH = r - r\cos\theta$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = +mgr.(1-\cos\theta) \leftarrow$$

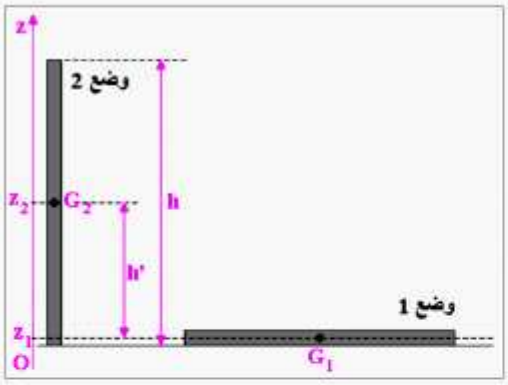
ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{P}) = +10\times 10\times 1\times(1-\cos 60°)$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = +50\ J$$

في هذه الحالة للوزن شغل محرك.

تمرين 3

شغل وزن العمود في مجال الثقالة المنتظم لا يتعلق بشكل المسار بل فقط بالموضعين البدئي 1 و النهائي 2 لمركز قصور العمود. باختيار محور (Oz) رأسي و موجه نحو الأعلى، تعبير شغل وزن العمود هو: $W_{1\to 2}(\vec{P}) = mg(z_1 - z_2)$



حيث: $z_1 - z_2 = -h'$

بإهمال قطر العمود أمام ارتفاعه لدينا:

(G_1 تنطبق مع مركز التماثل) $h' = \dfrac{h}{2}$

و بالتالي: $W_{1\to 2}(\vec{P}) = -mg\dfrac{h}{2}$

بإهمال مقاومة الهواء و باعتبار الرافعة تحرك العمود بسرعة ثابتة فإن حسب مبدأ القصور شدة القوة التي تطبقها الرافعة على العمود مساوية لوزنه.

و الشغل المحرك الذي تنجزه الرافعة هو إذن:

$$W = +mg\frac{h}{2}$$

لتكن Δt مدة إنجاز هذا الشغل، قدرة الرافعة لإنجاز هذا الشغل هي: $\mathcal{P} = \dfrac{W}{\Delta t}$

و بالتالي: $\mathcal{P} = \dfrac{mgh}{2\Delta t}$

ت.ع. $\mathcal{P} = \dfrac{190\times 10\times 6}{2\times 60}$

$$\mathcal{P} = 95\ W \leftarrow$$

تمرين 4

1ـ صبيب الماء اللازم نظريا:

إذا لم تؤخذ بعين الاعتبار القدرة المبددة بفعل قوى الاحتكاك، فإن القدرة النافعة $\mathcal{P}$ تساوي القدرة المستهلكة $\mathcal{P}_a$ أي قدرة وزن الماء الذي يسقط و يدير العنفة(مردود نظري يساوي 100%):

$$\mathcal{P}=\mathcal{P}_a=\frac{W(\vec{P})}{\Delta t}=\frac{mgh}{\Delta t}$$

حيث m كتلة الماء الذي يسقط خلال المدة Δt.

ثم باعتبار العلاقة بين الكتلة و الكتلة الحجمية: $m=\rho V$

حيث V حجم الماء الذي يسقط خلال المدة Δt.

نستنتج: $\mathcal{P}=\frac{\rho Vgh}{\Delta t}$

و علما أن صبيب الماء هو: $\mathcal{D}=\frac{V}{\Delta t}$

فإن بالتالي: $\boxed{\mathcal{D}=\frac{\mathcal{P}}{\rho gh}}$

ت.ع. نحول الميغاواط إلى الواط: $1\ MW=10^6\ W$

$$\mathcal{D}=\frac{1,2.10^8}{1000\times10\times900} \rightarrow \mathcal{D}=13,33\ m^3.s^{-1}$$

أي: $\mathcal{D}=13,33\times60\ m^3.min^{-1} \rightarrow \boxed{\mathcal{D}=800\ m^3.min^{-1}}$

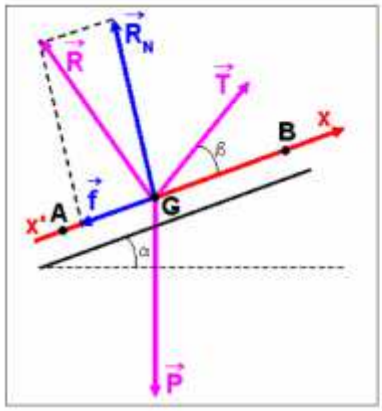
2ـ الصبيب الفعلي:

مردود تحويل القدرة هو: $\frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_a}=\frac{80}{100}$ أي: $\mathcal{P}_a=\frac{100}{80}\mathcal{P}$

نستنتج: $\boxed{\mathcal{D}'=\frac{100}{80}\times\mathcal{D}}$

ت.ع. $\mathcal{D}'=\frac{100}{80}\times800 \rightarrow \boxed{\mathcal{D}'=1000\ m^3.min^{-1}}$

تمرين 5



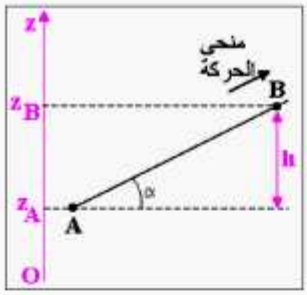
1ـ جرد القوى المطبقة على المتزلج و لوازمه و تمثيل متجهاتها:

تخضع المجموعة(متزلج+لوازمه) لثلاث قوى و هي:

- وزنه الممثل بالمتجهة $\vec{P}$،
- تأثير سطح التماس(السطح الجليدي) الممثل بالمتجهة $\vec{R}$ و التي لها مركبتان :قوة الاحتكاك $\vec{f}$ و المركبة المنظمية $\vec{R}_N$،
- قوة السحب التي يطبقها الحبل و الممثلة بالمتجهة $\vec{T}$.

2ـ شغل كل من الوزن و قوة الاحتكاك:

- شغل الوزن من A إلى B هو:



$$W_{A\to B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$

وباعتبار: $z_A - z_B = -h = -AB.\sin\alpha$

نستنتج: $W_{A\to B}(\vec{P}) = -mg.AB.\sin\alpha$

ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{P}) = -80\times 10\times 1500\times \sin 20°$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = -4{,}1.10^5\ J$$

- شغل قوة الاحتكاك من A إلى B هو: $W_{A\to B}(\vec{f}) = \vec{f}\cdot\overrightarrow{AB}$

$$W_{A\to B}(\vec{f}) = f\cdot AB\cdot\cos\pi$$

$$W_{A\to B}(\vec{f}) = -f\cdot AB$$

ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{f}) = -30\times 1500$

$$W_{A\to B}(\vec{f}) = -4{,}5.10^4\ J$$

3- شغل قوة السحب:

في معلم أرضي حركة G مركز قصور الجسم المدروس(المتزلج و لوازمه) مستقيمية و منتظمة.

باعتبار المعلم الأرضي غاليليا فإن حسب مبدأ القصور مجموع القوى منعدم:

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

و بالإسقاط على المحور (x'x) نستنتج العلاقة:

$$-mg\sin\alpha - f + T\cos\beta = 0$$

و منها نستنتج شدة قوة السحب: $T = \dfrac{mg\sin\alpha + f}{\cos\beta}$

شغلها هو: $W_{A\to B}(\vec{T}) = \vec{T}\cdot\overrightarrow{AB}$

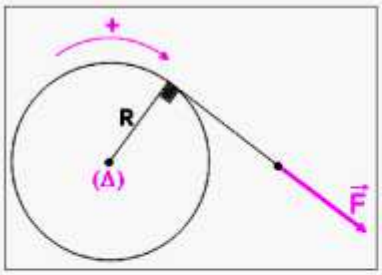
$$W_{A\to B}(\vec{T}) = T\cdot AB\cdot\cos\beta$$

$$W_{A\to B}(\vec{T}) = (mg\sin\alpha + f)\cdot AB$$

ت.ع. $W_{A\to B}(\vec{T}) = (80\times 10\times \sin 20 + 30)\times 1500$

$$W_{A\to B}(\vec{T}) = +4{,}5.10^5\ J$$

تمرين 6



ـ شغل القوة $\vec{F}$ عند إنجاز الأسطوانة 20 دورة:

باعتبار الأسطوانة في دوران فإن تعبير شغل القوة المطبقة عليها هو: $W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$

حيث $M_{\Delta}(\vec{F})$ عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور الدوران و $\Delta\theta$ زاوية الدوران.

لدينا: $M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot R$

و $\Delta\theta = 2\pi n$ مع n عدد الدورات

نستنتج: $W(\vec{F}) = 2\pi n \cdot F \cdot R$

ت.ع.: $W(\vec{F}) = 2\pi \times 20 \times 100 \times 5.10^{-2}$

$W(\vec{F}) = 628,3\ J$

تمرين 7

قدرة المحرك هي: $\mathcal{P} = M_c \cdot \omega$

حيث M_c عزم المزدوجة المحركة و ω السرعة الزاوية لمرود المحرك.

ليكن N عدد الدورات في الدقيقة، لدينا العلاقة: $\omega = \frac{2\pi N}{60}$ $(rad\,s^{-1})$

نستنتج: $\mathcal{P} = M_c \cdot \frac{2\pi N}{60}$

ت.ع.: $\mathcal{P} = 150 \times \frac{2 \times \pi \times 3600}{60}$

$\mathcal{P} = 5,6 \cdot 10^4\ W$

$(\mathcal{P} = 56\ kW = 76\ ch)$

تمرين 8

1ـ شغل القوة $\vec{F}$ عند إنجاز الملفاف 25 دورة:

$W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$

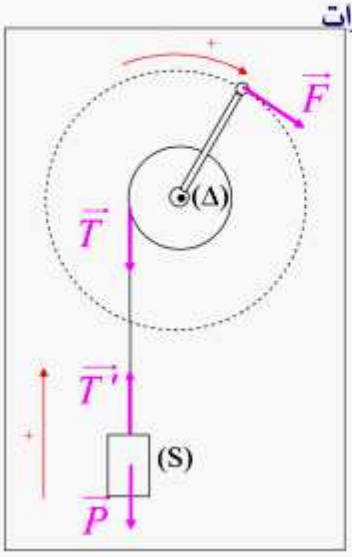
باعتبار منحى الدوران منحى موجبا لدينا: $M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot R$

و $\Delta\theta = 2\pi n$ مع n عدد الدورات

نستنتج: $W(\vec{F}) = 2\pi n \cdot F \cdot R$

ت.ع.: $W(\vec{F}) = 2\pi \times 25 \times 200 \times 35.10^{-2}$

$W(\vec{F}) = 1,1.10^4\ J$



2ـ الارتفاع الأقصى الذي تصله الحمولة (S):

ـ جرد القوى:

أنظر الشكل جانبه (لم يمثل وزن أسطوانة الملفاف وتأثير محور الدوران عليها لأن عزميهما منعدمان).

ـ العلاقة بين القوى المطبقة على الأسطوانة:

باعتبارها في دوران منتظم فإن: $M_{\Delta}(\vec{F}) = -M_{\Delta}(\vec{T})$

أي: $W(\vec{F}) = -W(\vec{T})$

- العلاقة بين القوى المطبقة على الحمولة (S):

باعتبارها في إزاحة مستقيمية منتظمة فإن: $\vec{T'} = -\vec{P}$

ثم باعتبار كتلة الحبل مهملة وحسب مبدأ التأثيرات البينية، لدينا: $\vec{T'} = -\vec{T}$

نستنتج العلاقة التالية: $\vec{T} = \vec{P}$

و بالتالي: $W(\vec{F}) = -W(\vec{P})$

و باعتبار أن شغل وزن الحمولة هو: $W(\vec{P}) = -mgh$

نخلص إلى العلاقة: $W(\vec{F}) = mgh$

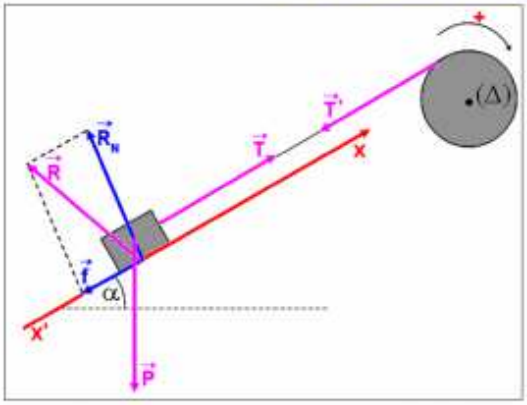
و منها نستنتج الارتفاع الذي تصعد به الحمولة: $h = \dfrac{W(\vec{F})}{mg}$

ت.ع. $h = \dfrac{1,1.10^4}{150 \times 10}$ ← $h = 7,3\ m$

تمرين 9

1- جرد القوى المطبقة على كل من الحمولة و الأسطوانة و تمثيل متجهاتها:

أنظر الشكل جانبه (لم يمثل وزن الأسطوانة وتأثير محور الدوران عليها لأن عزميهما منعدمان).



بالإضافة لهذه القوى تخضع الأسطوانة للمزدوجة المحركة المطبقة من طرف المحرك.

2- شدة القوة التي يطبقها الحبل على الحمولة:

باعتبار حركة مركز قصور الحمولة مستقيمية منتظمة فإن حسب مبدأ القصور:

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

و بالإسقاط على المحور $(x'x)$ نستنتج العلاقة:

$$-P\sin\alpha - f + T = 0$$

و منها نستنتج شدة القوة التي يطبقها الحبل على الحمولة: $T = P\sin\alpha + f$

ت.ع. $T = 1000 \times \sin 30 + 200$ ← $T = 700\ N$

3- عزم المزدوجة المحركة التي يطبقها المحرك على الأسطوانة:

باعتبار دوران الأسطوانة منتظما فإن مجموع عزوم القوى منعدم: $M_c + M_\Delta(\vec{T'}) = 0$

نستنتج عزم المزدوجة المحركة: $M_c = -M_\Delta(\vec{T'})$

$$M_c = -(-T' \cdot R)$$

ثم حسب مبدأ التأثيرات البينية: $T' = T$ (كتلة الحبل مهملة)

و بالتالي: $M_c = T \cdot R$

ت.ع. $M_c = 700 \times 20 \times 10^{-2}$ ← $M_c = 140\ N.m$

4- قدرة المحرك :

قدرة المحرك هي: $\mathcal{P} = M_c \cdot \omega$

حيث ω السرعة الزاوية للأسطوانة والتي ترتبط بالسرعة الخطية v للحمولة بالعلاقة التالية: $\omega = \dfrac{v}{R}$

نستنتج: $\mathcal{P} = M_c \cdot \dfrac{v}{R}$

ت.ع.: $\mathcal{P} = 140 \times \dfrac{0,5}{20 \times 10^{-2}}$

$\mathcal{P} = 350\ W$