الظواهر الميكانيكية

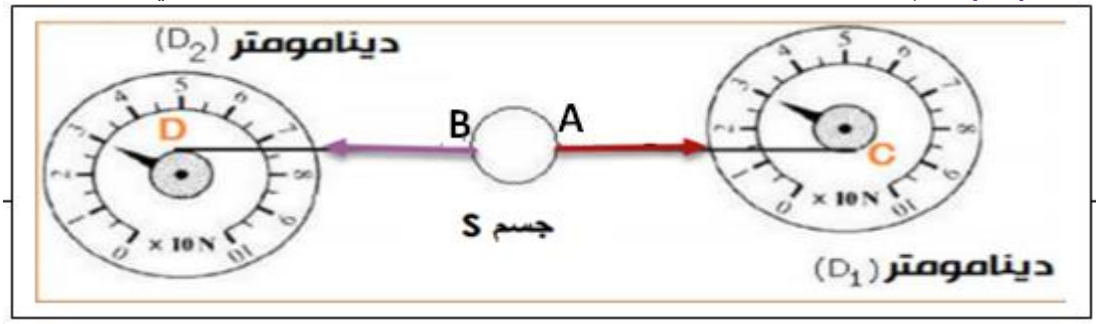
الوحدة التعلمية(08) :1- توازن جسم صلب خاضع لقوتين

نشاط:

أخذ الأب ابنه "رياض" للسرك في عطلة الشتاء ، فكان من أكثر ما لفت انتباه رياض توازن لاعب السرك و هو يمشي فوق حبل على ارتفاع شاهق من الأرض
و عند رجوعهم للبيت قام بتثبيت حبل بين جذعي شجرتين في حديقة بيتهم محاولا تقليد لاعب السرك لكنه سرعان ما سقط على الأرض متألما.

1. فسر سبب بقاء لاعب السرك متوازنا فوق الحبل في حين سقط رياض عنه
2. مثل القوى المؤثرة على لاعب السرك و على رياض

نشاط (01): نقوم بتثبيت حلقة معدنية S بواسطة ديناموميترين و بإستعمال خيطين مختلفي الطول.الى تتزن (انظر الشكل)



1. ماذا تلاحظ على الحلقة و على جهازي ربيعة ؟
   - الحلقة S في حالة توازن ، يشير كلا الجهازين الى نفس القيمة 3N

2. أذكر القوى المطبقة على الجسم S باهمال الثقل ؟
   - قوة تأثير دينامومتر D1 على الحلقة S $\vec{F}_{D1/S}$
   - قوة تأثير دينامومتر D2 على الحلقة S $\vec{F}_{D2/S}$

3. مثل هذه القوى بإستعمال السلم 1cm→1,5 N
4. حدد مميزات القوى المطبقة على الجسم S ثم قارن بينها

	$\overrightarrow{F_{D2/S}}$	$\overrightarrow{F_{D1/S}}$
نقطة التأثير	النقطة B	النقطة A
الحامل	المستقيم الأفقي(CD) المنطبق على الخيطين	المستقيم الأفقي(CD) المنطبق على الخيطين
الاتجاه	من B الى D (نحو اليسار)	من A الى C (نحو اليمين)
الشدة	$F_{D2/S}$ = 3N	$F_{D1/S}$ = 3N

5. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :للقوتين المطبقتين على الجسم نفس الشدة و الحامل الا انهما متعاكستان في الاتجاه

6. ما هو مجموع هاتين القوتين ؟ عبر عن ذلك رياضيا

مجموع القوتين معدوم و نكتب: $\overrightarrow{F_{D1/S}} + \overrightarrow{F_{D2/S}} = \vec{0}$

أي : $\overrightarrow{F_{D1/S}} = -\overrightarrow{F_{D2/S}}$

إرساء الموارد المعرفية:

إذا كان جسم صلب في حالة توازن تحت تاثير قوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$

فإن لهاتين القوتين نفس خط التاثير (الحامل) ونفس الشدة و متعاكسان في الاتجاه ونعبر رياضيا عن هذا الشرط بـ :+ $\overrightarrow{F_1}$

أي : $\overrightarrow{F_2} = \vec{0}$ $\overrightarrow{F_1} = -\overrightarrow{F_2}$

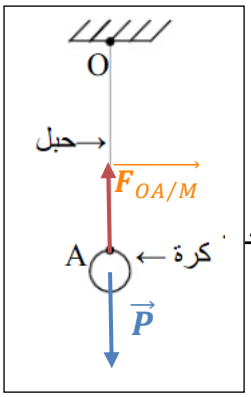
تقويمالموارد المعرفية :

تمرين 01:

- نعلق كرة كتلتها 200g بخيط غير مطاطي (OA)على حامل ثم نتركها الى ان تتزن

1. أذكر القوى المطبقة على الكرة
2. استنتج مميزات (خصائص) قوة تأثير الخيط على الكرة

الحل :



1. القوى المؤثرة على الكرة M:

$\overrightarrow{F_{OA/M}}$ قوة تأثير الخيط على الكرة

$\vec{P}$ ثقل الكرة

2. بما أن الجملةM تحت تأثير قوتين مختلفتين و في حالة توازن فإنها تخضع لشرطي توازن جسم صلب

خصائص قوة تأثير الخيط على الكرة هي:

نقطة التأثير: موضع ربط الخيط بالكرة

الحامل(المنحى): المستقيم الشاقولي المنطبق على الخيط OA

الجهة: نحو الأعلى

الشدة: $F_{OA/M}$ = 2 N

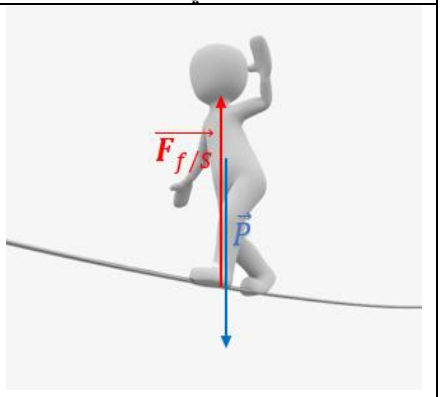
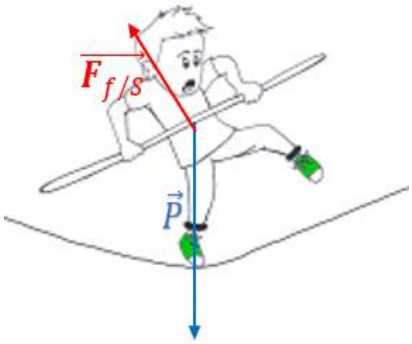
ومنه: $\overrightarrow{F_{OA/M}} + \vec{P} = \vec{0}$ $F_{OA/M} = P = m \times g = 0.2 \times 10$

$F_{OA/M}$ = 2 N (بأخذ الجاذبية الأرضية 10N/kg مع تحويل الكتلة الى kg)

حل الوضعية الجزئية:

1. توازن لاعب السرك على الحبل يعني ان خاضع لقوتين متعاكستين في الاتجاه متساويتين في الشدة وفق نفس خط التأثير ، هما قوة تماس التي يؤثر بها الحبل على اللاعب نحو الأعلى $\overrightarrow{F_{f/S}}$، و قوة بعدية التي تؤثر بها الأرض على اللاعب (الثقل) $\vec{P}$

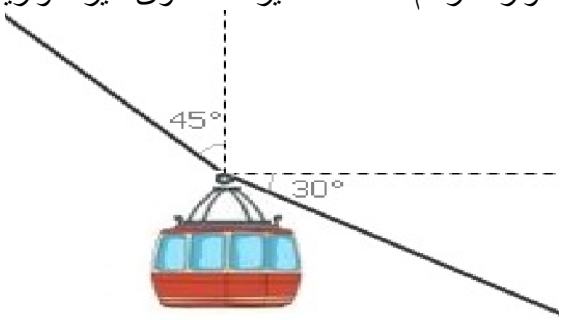
ب. سقوط رياض على الأرض دليل على ان قوة ثقله كانت اكبر من قوة تأثير الحبل عليه ، و ان كلتا القوتين المؤثرتين على جسم رياض لم يكن لهما نفس الحامل بسبب عدم استقرار وضعية جسم رياض فوق الحبل بصفة عمودية على الحبل

لاعب السرك في حلة توازن	رياض في حالة اختلال توازنه
	

2- توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

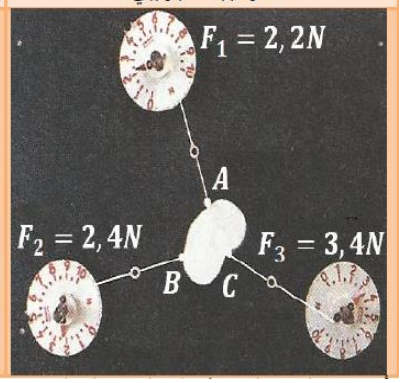
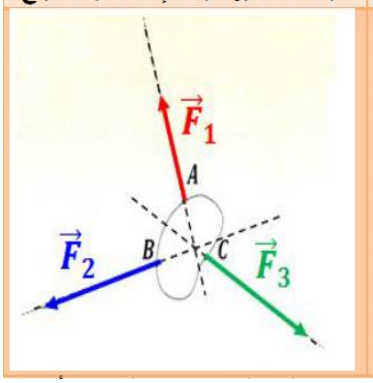
نشاط:

للاستمتاع بمنظر الثلج و هو يغطي المباني و الأشجار بثوب ابيض ناصع استقل الاب مع وابنه محمد تليفريك كتلته 400 kg. فتساءل محمد عن سبب بقاء المصعد متوازنا، رغم انه تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية.



1. فسر اعتمادا على الرسم التوضيحي سبب بقاء التليفريك متوازنا

نشاط (01): ننجز التركيب التجريبي أسفله . بحيث نشد قطعة خشب ذات كتلة صغيرة جدا بواسطة ثلاث أجهزة ربيعة , D1 D2 , D3 الى ان يتزن الجسم.نضع مصباحا مضاءً أمام الجسم الصلب ونحدد على السبورة اتجاهات الخيوط.

التركيب التجريبي	رؤية جانبية	اتجاهات الخيوط بعد الإضاءة بالمصباح
		

1. اذكر القوى المطبقة على الجسم Sعند التوازن ، ثم حدد القوة التي يمكن إهمال شدتها أمام بقية القوى المطبقة عليه.

القوى المؤثرة على الجملة Sهي :

$\vec{F}\ D1/S$، $\overrightarrow{F1}$: قوة تأثير الدينامومتر D1 على الجسم S

$\vec{F}\ D2/S$، $\overrightarrow{F2}$: قوة تأثير الدينامومتر D2 على الجسم S

$\vec{F}\ D3/S$، $\overrightarrow{F3}$: قوة تأثير الدينامومتر D3 على الجسم S

$\vec{P}$: ثقل الجسم S(نهمل الثقل لان كتلة الجسم صغيرة جدا)

2. هل توجد الخيوط الثلاثة في نفس المستوي ؟ ماذا تستنتج بالنسبة لخطوط تأثير القوى الثلاثة (حامل القوى) ؟

من خلال التركيب نلاحظ ان الخيوط الثلاث تنتمي لنفس المستوي (السبورة) و منه نستنتج ان حوامل (مستقيمات تأثير) القوى الثلاث $\overrightarrow{F1}\overrightarrow{F2},\overrightarrow{F3}$,

تنتمي الى نفس المستوي

3. حدد خصائص كل قوة من القى الثلاث المؤثرة على الجسم S ، ثم مثلها باستخدام سلم الرسم (1cm → 1N)

القوة	نقطة التأثير	الحامل	الاتجاه	الشدة
$\overrightarrow{F1}$	النقطة A	المستقيم المائل المنطبق على الخيط 1	من النقطة A الى ربيعة D1	F_1=2.2 N
$\overrightarrow{F2}$	النقطة B	المستقيم المائل المنطبق على الخيط 2	من النقطة B الى ربيعة D2	F_2=2.4 N
$\overrightarrow{F3}$	النقطة C	المستقيم المائل المنطبق على الخيط 3	من النقطة C الى ربيعةD3	F_3=3.4 N

4. قم بتمديد حامل أشعة القوى الثلاث. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة: نلاحظ أن مستقيمات تأثير القوى الثلاثة متلاقية في نقطة واحدة

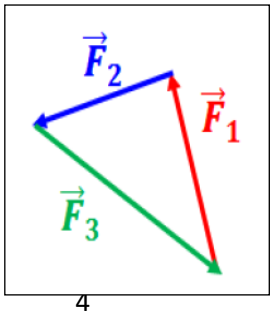
5. أنشئ هندسيا مجموع أشعة هذه القوى(بوضع بداية الشعاع الثاني عند نهاية الشعاع الأول محافظا على توازي و طويلة الشعاع)

- على ماذا تحصلت ؟ عبر عن ذلك بمعادلة رياضية

رسمت اشعة القوى الثلاث خط مضلعي مغلق ،نعبر عنه رياضيا بالعلاقة:

$$\overrightarrow{F1} + \overrightarrow{F2} + \overrightarrow{F3} = \vec{0}$$

6. اعتادا على ما سبق استنتج الشرطين اللازمين لتوازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية.



إرساء الموارد المعرفية :

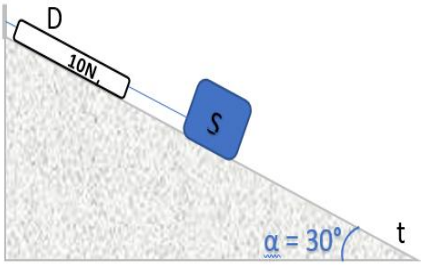
- نقول عن جسم خاضع لثلاث قوى غير متوازية ،أنه في حالة توازن إذا تحقق الشرطين التاليين :

1. تنتمي كل أشعة القوى الثلاث المطبقة على الجسم الى نفس المستوي و تلتقي في نقطة واحدة.
2. محصلة اشعة القوى الثلاث المطبقة على الجسم معدومة حيث:

✓ هندسيا: ترسم خط مضلعي مغلق

✓ رياضيا : $\overrightarrow{F1} + \overrightarrow{F2} + \overrightarrow{F3} = \vec{0}$

نشاط (02): نضع جسم صلبS كتلته 0.5kg فوق مستو مائل عن الأفق بزاوية $\alpha=30°$ ، نشد الجسم بخيط غير قابل للامتطاط مهمل الكتلة مثبت طرفه الاخر بحامل. نترك الجسم في حالة توازن.



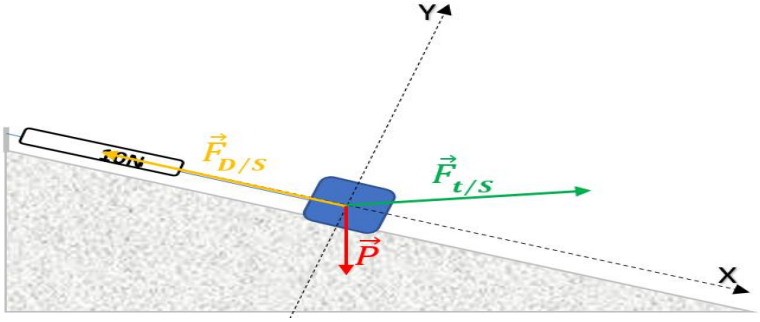
1. ما هي القوى المؤثرة على الجسم S ؟ مثلها على الرسم
2. عبر عن هذه القوى بعلاقة رياضية
3. بأخذ محورين من اختيارك حلل القوى السابقة الى مركبتين

1. الجملة Sمتوازنة و تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية هي :

$\overrightarrow{F\,D/S}$ قوة تلامسية نقطية يؤثر بها الدينامومترD على الجسم S

$\overrightarrow{F\,t/S}$ قوةتلامسيةموزعة يؤثر بها السطح t على الجسم S

$\vec{P}$ قوة الثقل بعدية موزعة تؤثر بها الأرض على الجسم S



2. الجسم S خاضع لثلاث قوى غير متوازية و هو في حالة توازن ، حيث اشعة القوة الثلاث تنتمي الى نفس المستوي (o , i , j) ، و تلتقي كلها في نقطة واحدة o.و منه نستنتج ان محصلة اشعة القوى الثلاث المطبقة على الجسم معدومة حيث:

✓ هندسيا: ترسم خط مضلعي مغلق

✓ رياضيا : $\overrightarrow{FD/S} + \overrightarrow{F\,t/s} + \vec{P} = \vec{0}$

3. تحليل أشعة القوى الثلاث الى مركبتين على محور الفواصل (xx')و على محور التراتيب (yy')

ملاحظة:

- نستعين بمحورين من معلم متعامد oxy
- لاختصار كتابة الرموز و تسهيل الكتابة نرمز للقوى الثلاث كالاتي :

نستبدل الرمز $\overrightarrow{F\,D/S}$ بـ $\vec{F}$

نستبدل الرمز $\overrightarrow{F\,t/S}$بـ$\vec{R}$

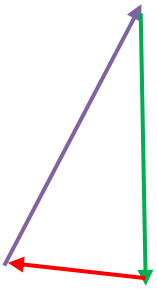
- يتحلل شعاع كل قوة الى مركبتين واحدة على المحور (xx') و مركبة ثانية على المحور (yy')

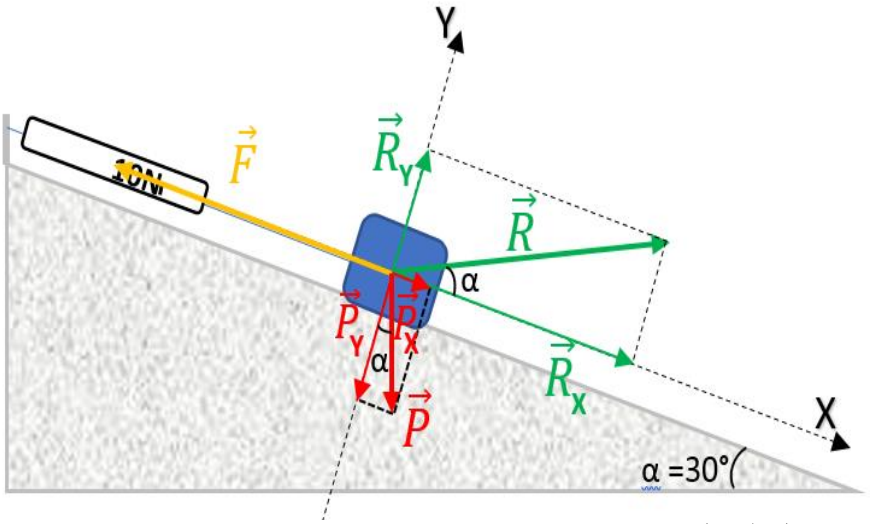
- نسقط العلاقة الرياضية على المحور (xx'): $+\vec{R}x+\overrightarrow{Px}\overrightarrow{Fx} = \vec{0}$
- نسقط العلاقة الرياضية على المحور (yy'): $+\vec{R}y+\overrightarrow{Py}\overrightarrow{Fy} = \vec{0}$
- من خلال التمثيل نلاحظ أن :

Rx = R. Cosα Ry = R. Sinα	Px = P. Sinα Py = P. Cosα	Fx = F Fy = 0 N

و منه يمكن كتابة المعادلتين من شعاع القوة و ذلك بمقارنة اتجاه شعاع القوة مع اتجاه محور المعلم فتصبح العلاقة :

- على المحور (xx') : **R. Cosα +P. Sinα-F = 0**
- على المحور (yy') : **P. Cosα + 0 = 0-R. Sinα**





من خلال التمثيل نجد :

Px = P. Sinα = m.g.Sin30
Px = 0.5 x 10 x 0.5 = 2.5N

Py = P. Cosα =m.g. Cos30
Py = 0.5 x 10 x 0.86 = 4.33N

- شعاع قوة النابض منطبقة تماما على المحور(xx') و منه لشعاع القوة مركبة على محور الفواصل Fx فقط و التي يشير لها الدينامومتر10N و منه:

Fx = F = 10N
Fy = 0 N

Rx = R. Cosα = F – P.Sinα … I
Ry = R. Sinα = P.Cosα … II

من المعادلة II نجد شدة تأثير السطح على الجسم S :

$R = \frac{P.Cos\alpha}{Sin\alpha} = \frac{5.Cos30}{Sin30} = 8.66\ N$
Rx = R. Cos α = 8.66 Cos30 = 7.49 N
Ry = R. Sinα = 8.66 Sin 30 = 4.33 N

R = 8.66 N	P = 5 N	F = 10 N
Rx = 7.49 N	Px = 2.5 N	Fx = 10 N
Ry = 4.33 N	Py = 4.33 N	Fy = 0 N

حل الوضعية الجزئية:

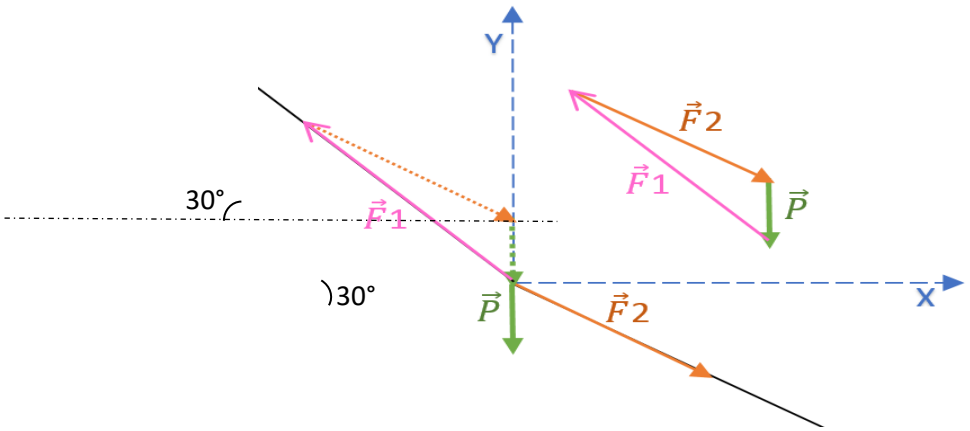
- المصعد تحت تأثير 3 قوى :
- $\overrightarrow{F1}$ قوة تأثير الجزء العلوي من الحبل على المصعد S

- $\overrightarrow{F2}$ قوة تأثير الجزء السفلي من الحبل على المصعد S
- $\vec{P}$ الثقل

3. القوى الثلاث تنتمي الى نفس المستوي و تلتقي في نقطة واحدة ، و بما ان تيليفريك في مرحلة معينة كان متوازنا فان: محصلة اشعة القوى الثلاث المطبقة على الجسم معدومة حيث:

✓ هندسيا: ترسم خط مضلعي مغلق

✓ رياضيا : $\overrightarrow{F1} + \overrightarrow{F2} + \vec{P} = \vec{0}$



حساب ثقل المصعد: $P = m.g = 400 \times 10 = 4000\ N = 4\ kN$

بأخذ سلم الرسم: $1\ cm \rightarrow 2\ kN$

نمثل الثقل بطول 2cm انطلاقا من نقطة شد الحبل للمصعد O ، ثم نسحبه شاقوليا على المعلم المختار (oxy)