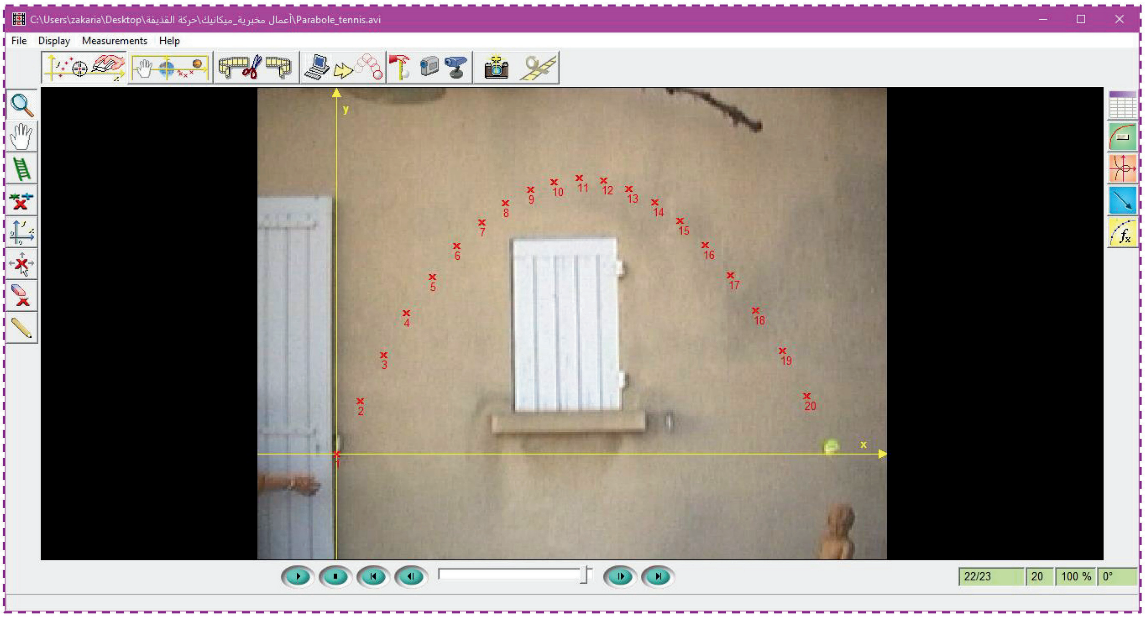
1. حركة القذيفة:

1-1. تجربة:

- معالجة شريط الحركة عن طريق برنامج *Avistep*:



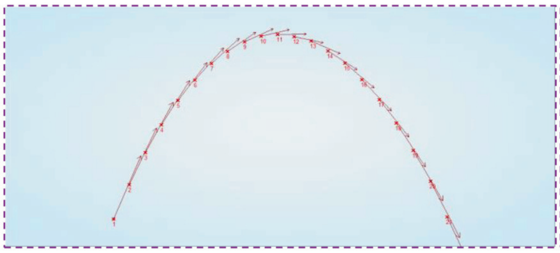
Datasheet

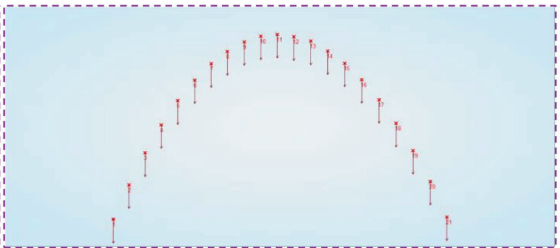
File Edit Display Calculations Help

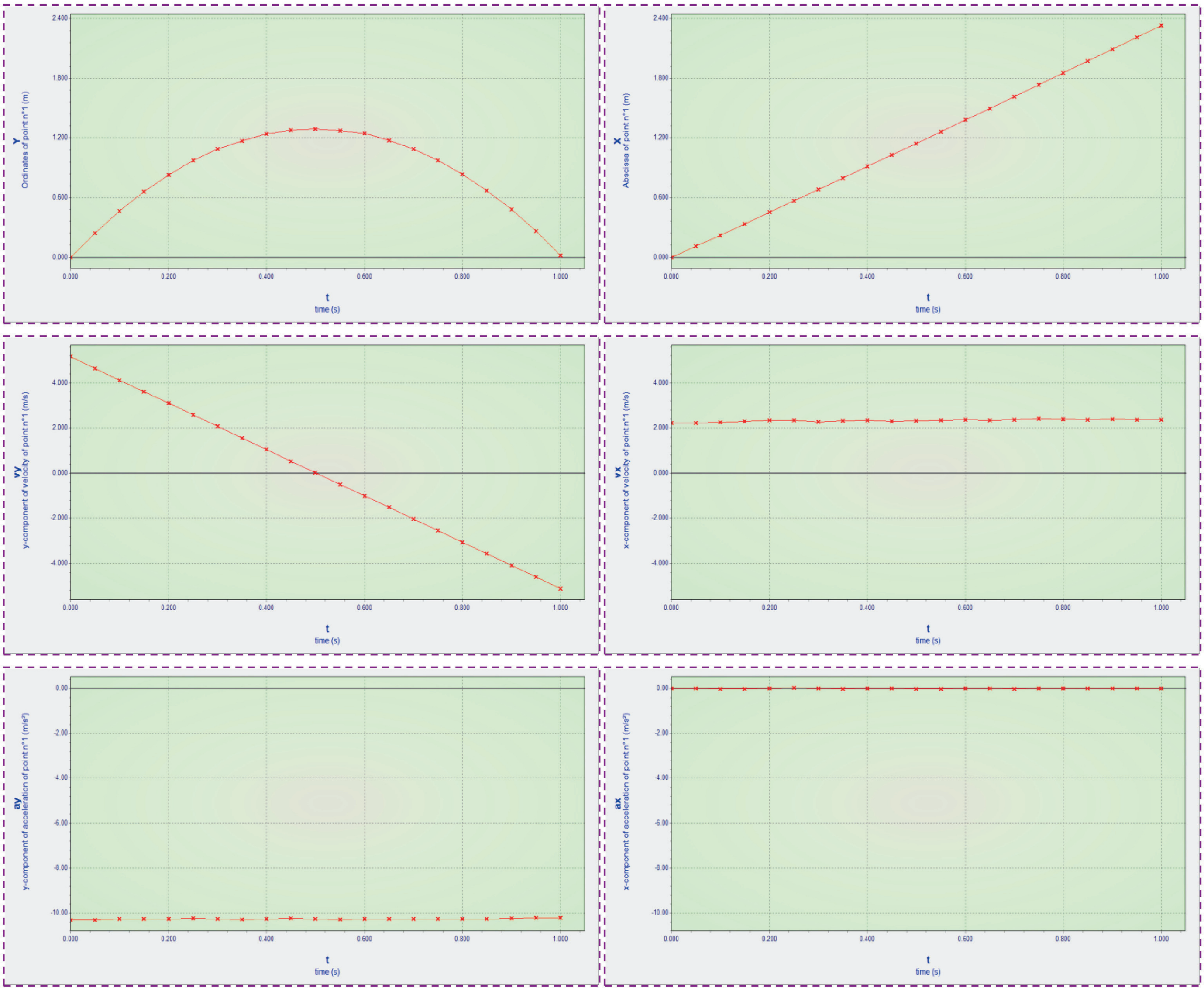
	t	x	y	vx	vy	v	ax	ay	a	O	R	w
	s	m	m	m/s	m/s	m/s	m/s²	m/s²	m/s²	rad	m	rad/s
	time	Abscissa	Ordinates	x-compone	y-compone	Value of ve	x-compone	y-compone	Value of ac	Angular co	Radial coo	Angular vel
1	0	0	0	2.163	5.042	5.486	-3.97E-3	-10.03	10.03	0	0	34.90
2	0.050	0.107	0.243	2.163	4.541	5.030	3.97E-3	-10.03	10.03	1.155	0.265	11.29
3	0.100	0.216	0.457	2.143	4.039	4.572	-0.012	-10.05	10.05	1.129	0.506	-0.437
4	0.150	0.321	0.649	2.222	3.537	4.177	-0.032	-10.05	10.05	1.111	0.724	-0.523
5	0.200	0.438	0.814	2.302	3.034	3.808	-0.012	-10.04	10.04	1.076	0.924	-0.636
6	0.250	0.552	0.956	2.282	2.533	3.409	7.94E-3	-10.03	10.03	1.047	1.104	-0.641
7	0.300	0.667	1.067	2.262	2.031	3.040	7.94E-3	-10.04	10.04	1.012	1.258	-0.700
8	0.350	0.778	1.153	2.242	1.529	2.714	3.97E-3	-10.05	10.05	0.977	1.391	-0.741
9	0.400	0.891	1.215	2.242	1.026	2.466	-1.49E-3	-10.06	10.06	0.938	1.507	-0.810
10	0.450	1.002	1.253	2.249	0.523	2.309	-5.46E-3	-10.05	10.05	0.896	1.605	-0.877
11	0.500	1.116	1.271	2.269	0.021	2.269	-6.45E-3	-10.03	10.03	0.850	1.692	-0.996
12	0.550	1.229	1.257	2.282	-0.481	2.332	-0.014	-10.04	10.04	0.797	1.758	-1.129
13	0.600	1.344	1.221	2.341	-0.983	2.539	-0.012	-10.05	10.05	0.738	1.816	-1.277
14	0.650	1.463	1.157	2.341	-1.486	2.773	2.48E-3	-10.05	10.05	0.669	1.865	-1.396
15	0.700	1.578	1.075	2.329	-1.988	3.062	2.48E-3	-10.03	10.03	0.598	1.909	-1.538
16	0.750	1.696	0.961	2.329	-2.489	3.409	1.49E-3	-10.04	10.04	0.515	1.949	-1.717
17	0.800	1.811	0.822	2.321	-2.992	3.787	-0.010	-10.06	10.06	0.426	1.989	-1.856
18	0.850	1.928	0.660	2.381	-3.495	4.229	-4.96E-3	-10.06	10.06	0.330	2.038	-1.982
19	0.900	2.049	0.476	2.346	-3.998	4.635	6.94E-3	-10.05	10.05	0.228	2.104	-2.079
20	0.950	2.163	0.265	2.346	-4.500	5.075	-6.94E-3	-10.05	10.05	0.122	2.179	-2.167

1. بالاعتماد على برنامج *Avistep* مثل المنحنيات البيانية التالية: $a_y(t), a_x(t), v_y(t), v_x(t), y(t), x(t), y(x)$

- تمثيل المنحنيات:







2. اعتمادا على المنحنيات المشاهدة في البرنامج:

أ- اكتب عبارتي شعاع موضع مركز عطالة الجسم $\overrightarrow{OG}$ وشعاع سرعته عند اللحظة $t = 0\ s$.

- عبارة شعاع الموضع $\overrightarrow{OG}$ عند اللحظة $t = 0\ s$:

$$\overrightarrow{OG} = 0.\vec{\imath} + 0.\vec{\jmath}$$

ب- أوجد قيمة زاوية القذف.

- إيجاد قيمة زاوية القذف:

نعلم أن:

$$\tan\alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}$$

ولدينا البيانات التجريبية:

$$\begin{cases} v_{0x} = 2{,}227\ m.s^{-1} \\ v_{0y} = 5{,}149\ m.s^{-1} \end{cases}$$

ومنه:

$$\tan\alpha = \frac{5,149}{2,227} = 2,312$$

وعليه:

$$\boldsymbol{\alpha = 66,6°}$$

ج- ما هي طبيعة الحركة بالنسبة لكل محور؟

- تحديد طبيعة الحركة بالنسبة لكل محور:
  - من المنحنى $v_x(t)$: الحركة منتظمة لأن $v_x = C^{ste}$.
  - من المنحنى $v_y(t)$: الحركة متغيرة بانتظام لأن ميل المنحنى $v_y(t)$ ثابت.

3. أكتب معادلة كل من v_x و v_y.

- كتابة معادلة كل من v_x و v_y:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرة المنسوبة حركتها إلى معلم سطحي أرضي نعتبره غاليليا. (نعتبر دافعة أرخميدس ومقاومة الهواء مهملتان).

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$$

منه:

$$\vec{P} = m.\vec{a}$$

وعليه:

$$m.\vec{g} = m.\vec{a}$$

إذن:

$$\vec{g} = \vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية السابقة على المحورين Ox و Oy نجد:

$$\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \dots (1) \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g \dots (2) \end{cases}$$

بمكاملة المعادلتين السابقتين (1) و (2) ومن الشروط الابتدائية نجد:

$$\begin{cases} \boldsymbol{v_x = \dfrac{dx}{dt} = v_0 \cos\alpha \dots (3)} \\ \boldsymbol{v_y = \dfrac{dy}{dt} = -g.t + v_0 \sin\alpha \dots (4)} \end{cases}$$

4. أوجد معادلة المسار.

- إيجاد معادلة المسار $y = f(x)$:

بمكاملة المعادلتين السابقتين (3) و (4) ومن الشروط الابتدائية نجد:

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha \,.\, t \dots (5) \\ y(t) = -\dfrac{1}{2} g.t^2 + v_0 \sin\alpha \,.\, t \dots (6) \end{cases}$$

نستخرج عبارة الزمن من المعادلة (5) ونعوضه في المعادلة (6)

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

منه:

$$y = -\frac{1}{2}g.\left(\frac{x}{v_0\cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha . \frac{x}{v_0\cos\alpha}$$

وعليه:

$$y = -\frac{g}{2.v_0^2.\cos^2\alpha}x^2 + x.\tan\alpha$$

هي معادلة قطع مكافئ من الشكل:

$$y = a.x^2 + b.x$$

5. باعتبار الجملة هي (القذيفة + الأرض):

أ- أعط عبارة كل من E_C، E_{PP}، E(الطاقة الكلية).

- عبارة كل من E_C، E_{PP}، E(الطاقة الكلية):

- عبارة E_C بدلالة الزمن:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_x{}^2 + v_y{}^2)$$

منه:

$$E_C = \frac{1}{2}mg^2t^2 - mgv_0\sin\alpha . t + \frac{1}{2}mv_0{}^2$$

- عبارة E_{PP} بدلالة الزمن:

$$E_{PP} = mgh \Rightarrow E_{PP} = mg(-\frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha . t)$$

منه:

$$E_{PP} = -\frac{1}{2}mg^2t^2 + mgv_0\sin\alpha . t$$

- عبارة E بدلالة الزمن:

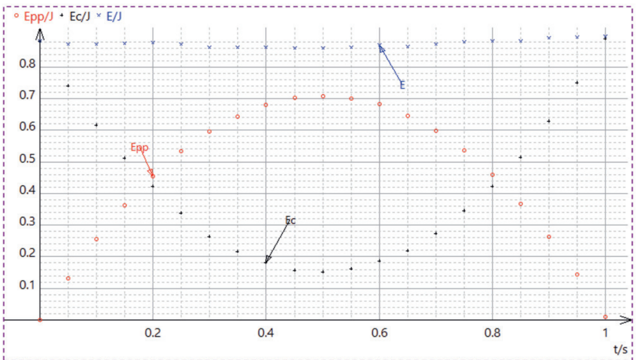
$$E = E_C + E_{PP} \Rightarrow E = \frac{1}{2}mg^2t^2 - mgv_0\sin\alpha . t + \frac{1}{2}mv_0{}^2 - \frac{1}{2}mg^2t^2 + mgv_0\sin\alpha . t$$

منه:

$$E = \frac{1}{2}mv_0{}^2$$

ب- ارسم في نفس المعلم المخططات $E_C = f_1(t)$، $E_{PP} = f_2(t)$، $E = f_3(t)$.

- رسم المخططات $E_C = f_1(t)$، $E_{PP} = f_2(t)$، $E = f_3(t)$:



2-1. الذروة ومدى القذف:

- **الذروة:** هي أعظم ارتفاع يبلغه الجسم الصلب. والتي يكون عندها شعاع السرعة أفقيا أي أنه يتحقق:

$$v_y = \frac{dy}{dt} = 0$$

t_s هو الزمن اللازم لبلوغ الدروة. يعطى بالعلاقة التالية:

$$v_y = -\mathrm{g}.t_s + v_0 \sin\alpha = 0$$

منه:

$$t_s = \frac{v_0 \sin\alpha}{\mathrm{g}}$$

بالتعويض في المعادلة $y(t)$ نجد:

$$y_s = \frac{v^2{}_0 \sin^2\alpha}{2\mathrm{g}}$$

- **المدى:** هو المسافة x_P بين نقطة القدف O ونقطة التصادم P على المستوى الأفقي.

مما سبق لدينا معادلة مسار الحركة:

$$y = -\frac{\mathrm{g}}{2.v_0{}^2.\cos^2\alpha}x^2 + x.\tan\alpha$$

حسب تعريف المدى لدينا:

$$\begin{cases} x = x_P \\ y = y_P = 0 \end{cases}$$

بالتعويض في معادلة المسار نجد:

$$-\frac{\mathrm{g}}{2.v_0{}^2.\cos^2\alpha}x_P{}^2 + x_P.\tan\alpha = 0$$

منه:

$$x_P = \frac{2.v_0{}^2.\cos\alpha.\sin\alpha}{\mathrm{g}}$$

ونعلم أن:

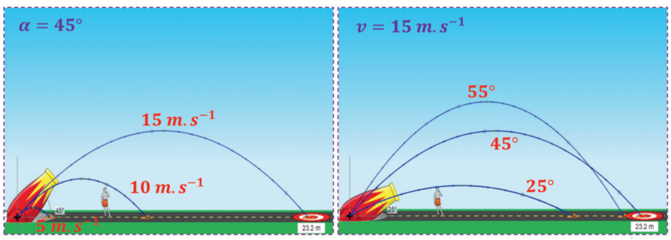
$$2.\cos\alpha.\sin\alpha = \sin 2\alpha$$

ومنه:

$$x_P = \frac{v_0{}^2}{\mathrm{g}}\sin 2\alpha$$

3-1. تأثير كل من زاوية الميل وسرعة القذف:

- **تأثير زاوية القذف:** إذا كانت زاوية القذف $\alpha = 45°$، فإن المدى يكون أعظمي.
- **تأثير سرعة القذف:** كلما كانت قيمة سرعة القذف كبيرة، كانت قيمتي المدى والذروة أكبر.

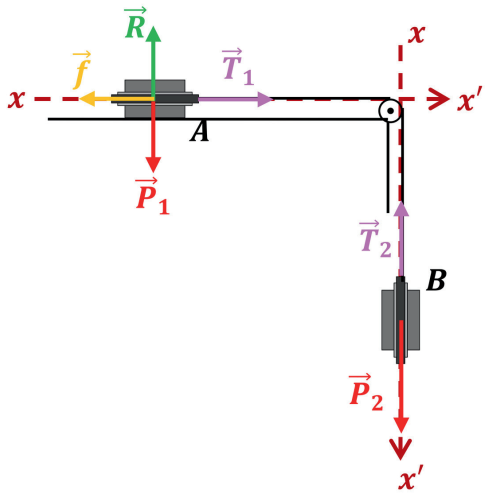


2. حركة مركز عطالة جسم صلب خاضع لعدة قوى:

1-2. دراسة الحركة على المستوي الأفقي: (تمرين تطبيقي 01)

1. تمثيل القوى المؤثرة على الجسمين:
2. دراسة طبيعة حركة الجسمين قبل و انقطاع الخيط:

- مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.



- **قبل انقطاع الخيط:**

- بالنسبة للجسم A:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (A):

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_1.\vec{a}$$

منه:

$$\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T}_1 + \vec{f} = m_1.\vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة (xx')، نجد:

$$\boldsymbol{T_1 - f = m_1.a \ldots (1)}$$

- بالنسبة للجسم B:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (B):

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_2.\vec{a}$$

منه:

$$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2.\vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة (xx')، نجد:

$$\boldsymbol{P_2 - T_2 = m_2.a \ldots (2)}$$

بما أن البكرة مهملة والخيط مهمل الكتلة وعديم الامتطاط فإن:

$$\boldsymbol{T_1 = T_2 = T \ldots (3)}$$

منه تصبح العبارتين (1) و(2) من الشكل:

$$\begin{cases} \boldsymbol{T = m_1.a + f} \\ \boldsymbol{P_2 - T = m_2.a} \end{cases}$$

من العبارات السابقة، نجد:

$$P_2 - m_1.a = m_2.a + f$$

وعليه:

$$\boldsymbol{a = \frac{m_2.g - f}{m_1 + m_2} = C^{ste} > 0}$$

بما أن المسار مستقيم و$a \times v > 0$ فإن حركة الجسمين A وB، مستقيمة متسارعة بانتظام.

- **بعد انقطاع الخيط:**

عند انقطاع الخيط، لدينا:

$$\boldsymbol{T = 0}$$

- بالنسبة للجسم A:

من العبارة (1)، نجد:

$$a_1 = -\frac{f}{m_1} = C^{ste} < 0$$

بما أن المسار مستقيم و$a \times v < 0$ فإن حركة الجسم A مستقيمة متباطئة بانتظام.

- بالنسبة للجسم B:

من العبارة (2)، نجد:

$$a_2 = g = C^{ste} > 0$$

بما أن المسار مستقيم و$a \times v > 0$ فإن حركة الجسم B مستقيمة متسارعة بانتظام (سقوط حر).

3. أ- تحديد الأشكال:

- البيان (1): الجسم B، لأن $a_2 > 0$.
- البيان (2): الجسم A، لأن $a_1 < 0$.

ب- استنتاج شدة قوة الاحتكاك:

نعلم أن:

$$f = -a_1 . m_1 = -(-2{,}5) \times 0{,}2 = \mathbf{0,5\ N}$$

ج- تحديد قيمة الجاذبية في مكان التجربة:

لدينا:

$$a_2 = g = 10\ m.s^{-2}$$

د- التحقق من m_2:

لدينا:

$$a = \frac{m_2 . g - f}{m_1 + m_2}$$

منه:

$$m_2 = \frac{-a . m_1 - f}{a - g} = \frac{-5 \times 0{,}2 - 0{,}5}{5 - 10} = 0{,}3\ kg$$

وعليه:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{300}{200} = \mathbf{1,5}$$

2-2. دراسة الحركة على المستوي المائل: (تمرين تطبيقي 02)

1. إيجاد عبارة التسارع a للجسم (S):

- مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
- بالنسبة للجسم (S):

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (S):

$$\sum \vec{F}_{ext} = m . \vec{a}$$

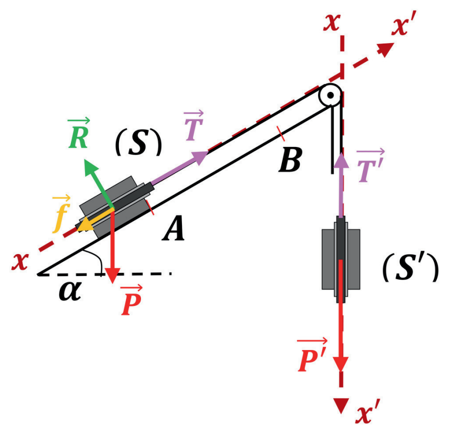
منه:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{f} = m . \vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة (xx')، نجد:

$$T - P_x - f = m . a \ldots (1)$$

- بالنسبة للجسم (S'):



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (B):

$$\sum \vec{F}_{ext} = m'.\vec{a}$$

منه:

$$\vec{P'} + \vec{T'} = m'.\vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة (xx')، نجد:

$$\boldsymbol{P' - T' = m'.a \dots (2)}$$

بما أن البكرة مهملة والخيط مهمل الكتلة وعديم الامتطاط فإن:

$$\boldsymbol{T' = T \dots (3)}$$

منه تصبح العبارتين (1) و(2) من الشكل:

$$\begin{cases} \boldsymbol{T - P_x - f = m.a} \\ \boldsymbol{P' - T = m'.a} \end{cases}$$

من العبارات السابقة، نجد:

$$m'.\mathrm{g} - m.\mathrm{g}.\sin\alpha - f = (m + m').a$$

وعليه:

$$\boldsymbol{a = \frac{m'.\mathrm{g} - m.\mathrm{g}.\sin\alpha - f}{m + m'}}$$

2. **إيجاد قيمة كل من m وf:**

البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ، عبارته الرياضية:

$$a = a'.\sin\alpha + b$$

بحيث: a' يمثل ميل البيان.

ولدينا سابقا:

$$a = -\frac{m.\mathrm{g}}{m + m'}.\sin\alpha + \frac{m'.\mathrm{g} - f}{m + m'}$$

بالمطابقة بين العبارتين، نجد:

$$\begin{cases} a' = -\dfrac{m.\mathrm{g}}{m + m'} \\ b = \dfrac{m'.\mathrm{g} - f}{m + m'} \end{cases}$$

- حساب m:

لدينا:

$$a' = \frac{m.\mathrm{g}}{m + m'}$$

منه:

$$m = m'.\frac{a'}{a' - \mathrm{g}} = 0{,}4 \times \frac{2}{10 - 2} = \boldsymbol{0{,}1\ kg}$$

- حساب f:

لدينا:

$$b = \frac{m'.\mathrm{g} - f}{m + m'}$$

منه:

$$f = m'.g - b.(m + m') = (0{,}4 \times 10) - 2 \times (0{,}4 + 0{,}1) = \mathbf{3\ N}$$

3. **حساب توتر الخيط على جانبي البكرة:**

من أجل $\alpha = 30°$، لدينا:

$$a = 1\ m.s^{-2}$$

من العبارة (2)، نجد:

$$T = m'.(g - a) = 0{,}4 \times (10 - 1) = \mathbf{3{,}6\ N}$$