

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI
TRƯỜNG THPT PHÙNG KHẮC
KHOAN KHOAN – THẠCH THẮT

Đề chính thức

ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI CẤP TRƯỜNG
NĂM HỌC 2019-2020

Đề thi môn: Vật lý 10

Thời gian làm bài: 150 phút
(Không kể thời gian giao đề)

Bài 1 (4 điểm)

Một đoạn đường dốc AB có độ dài là 400m. Một người đang đi xe đạp với vận tốc 2m/s thì bắt đầu xuống dốc tại đỉnh A với gia tốc $0,2\text{m/s}^2$, cùng lúc đó một ô tô đi lên từ chân dốc B chậm dần đều với vận tốc 20m/s và gia tốc là $0,4\text{ m/s}^2$.

- Viết phương trình tọa độ và phương trình vận tốc của hai xe.
- Sau bao lâu hai xe gặp nhau, tìm vị trí gặp nhau và vận tốc của mỗi xe lúc gặp nhau ?
- Xác định thời điểm để hai xe cách nhau 40m ?

Bài 2 (4 điểm)

a) Một ô tô khối lượng $m = 1$ tấn, chuyển động trên đoạn đường nằm ngang. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe và mặt đường là $\mu = 0,1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tính lực kéo của động cơ ô tô trong mỗi trường hợp sau:

- Ô tô chuyển động thẳng đều.
- Ô tô khởi hành chuyển động thẳng nhanh dần đều sau 10s đi được 100m.

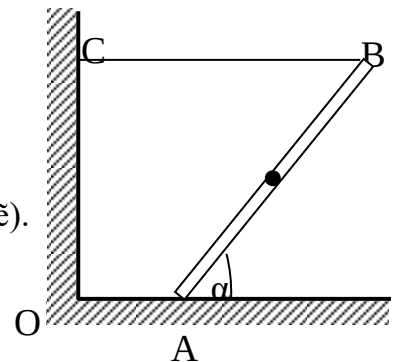
b) Nếu ô tô đó chuyển động đều trên một đoạn đường nằm ngang là một cung tròn bán kính 100m. Ô tô có thể đạt vận tốc tối đa là bao nhiêu để xe không bị trượt văng ra khỏi đường? Biết hệ số ma sát trượt giữa ô tô và đường $\mu = 0,1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Bài 3 (4 điểm)

Một thanh sắt đồng chất, tiết diện đều, dài $AB = 1,5\text{m}$ và có khối lượng $m = 3\text{kg}$ được giữ nghiêng một góc α trên mặt sàn nằm ngang nhờ một sợi dây BC nằm ngang có chiều dài $BC = 1,5\text{m}$. Nối đầu trên B của thanh AB với một bức tường thẳng đứng, đầu dưới A của thanh tựa trên mặt sàn (hình vẽ).

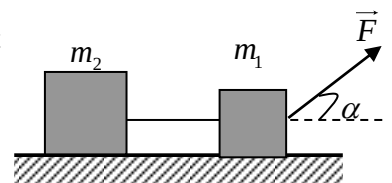
Biết hệ số ma sát giữa thanh và mặt sàn là $\sqrt{3}/2$.

- Góc nghiêng α phải có giá trị bao nhiêu để thanh có thể cân bằng.
- Tính độ lớn các lực tác dụng lên thanh và khoảng cách OA từ đầu A của thanh đến góc tường khi $\alpha = 45^\circ$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Bài 4 (4 điểm).

Cho cơ hệ vật như hình vẽ với khối lượng của vật một và vật hai lần lượt là $m_1 = 1\text{kg}; m_2 = 2\text{kg}$, hai vật được nối nhau bằng sợi dây không dẫn và có khối lượng không đáng kể. Hệ số ma sát giữa hai vật và mặt phẳng nằm ngang là $\mu = \mu_1 = \mu_2 = 0,1$. Tác dụng một lực F vào vật một hợp với phương ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



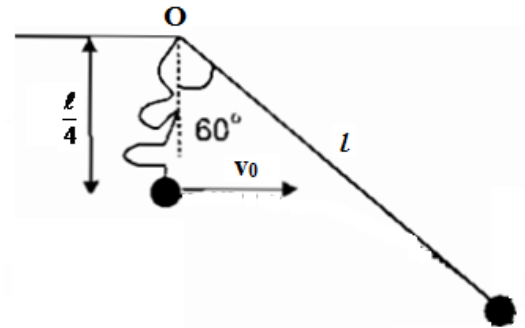
- Khi lực $F = 8\text{N}$. Tính gia tốc chuyển động và lực căng của sợi dây khi đó.

b) Biết rằng dây chỉ chịu được lực căng lớn nhất là 14N. Tìm lực kéo lớn nhất để dây không bị đứt.

Bài 5 (4 điểm)

Một sợi dây nhẹ chiều dài $\ell = 1m$ có một đầu buộc vào điểm cố định O, đầu kia mang một hình cầu nhỏ khối lượng $m = 100g$. Nâng quả cầu lên tới vị trí ở ngay phía dưới điểm O khoảng $\frac{\ell}{4}$ rồi từ đấy phóng ngang quả cầu ra phía

bên phải với vận tốc nào đó (Hình vẽ). Sau một lúc, dây lại bị căng thẳng, kể từ đó quả cầu dao động như một con lắc quanh trục O. Cho biết lúc dây vừa bị căng thẳng nó hợp với phương thẳng đứng góc 60° . Bỏ qua mọi sức cản. Hãy tính:



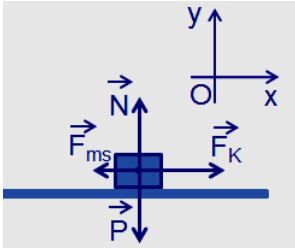
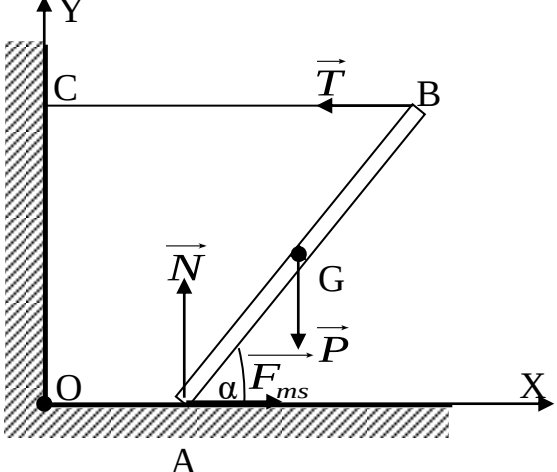
a) Vận tốc ban đầu của quả cầu lúc vừa được phóng ra?

b) Xung lượng của lực đặt vào trục O khi dây vừa bị căng thẳng?

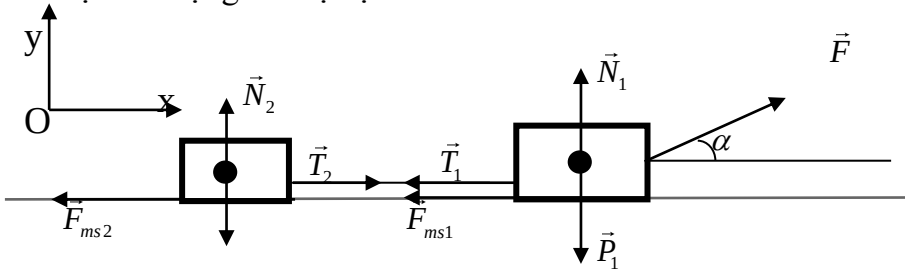
---HẾT---

HƯỚNG DẪN CHẤM:

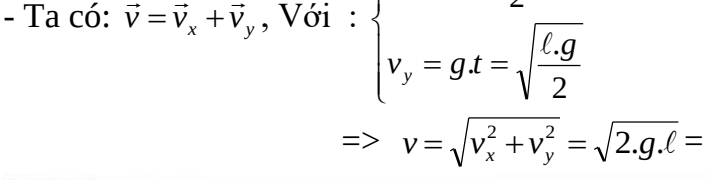
Bài 1		4,0
a(1,5đ)	- Chọn chiều dương là chiều từ đỉnh đến chân dốc, gốc tọa độ tại đỉnh A, gốc thời gian là lúc xe A xuống dốc. - Gọi vận tốc ban đầu v_0 (m/s); tọa độ ban đầu x_0(m); gốc thời gian $t_0=0$; gia tốc a(m/s²) Phương trình tọa độ và vận tốc tổng quát: $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \text{ (m)} \quad ; \quad v = v_0 + a t \text{ (m/s)}$ - Đối với xe A: $x_{0A} = 0$(m); $v_{0A} = 2$(m/s); $a_A = 0,2$(m/s²) ; $x_A = 2t + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot t^2 = 2t + 0,1t^2 \text{ (m)}$ $v_A = 2 + 0,2t \text{ (m/s)}$ - Đối với xe B: $x_{0B} = 400$(m); $v_{0B} = -20$(m/s); $a_B = 0,4$(m/s²) $x_B = 400 - 20t + \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot t^2 = 400 - 20t + 0,2t^2 \text{ (m)}$ $v_B = -20 + 0,4t \text{ (m/s)}$	0,5 0,5 0,5
b(1,5đ)	Vì hai xe gặp nhau $x_A = x_B$ nên $\Rightarrow 2t + 0,1t^2 = 400 - 20t + 0,2t^2 \Rightarrow 0,1t^2 - 22t + 400 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 200s \\ t_2 = 20s \end{cases}$ + Với $t_1 = 200s$ ta có: $x = 2 \cdot 200 + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 200^2 = 4400m > 400m$ (loại) + Với $t_2 = 20s$ ta có: $x = 2 \cdot 20 + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 20^2 = 80m < 400m$ (thỏa mãn) Vận tốc xe A: $v_A = 2 + 0,2 \cdot 20 = 6$(m/s) Vận tốc xe B: $v_B = -20 + 0,4 \cdot 20 = -12$(m/s)	0,5 0,5 0,5
c(1đ)	Để hai xe cách nhau 40m thì $x_A - x_B = 40 \Rightarrow \begin{cases} x_A - x_B = 40 \\ x_B - x_A = 40 \end{cases}$ + Khi $x_A - x_B = 40 \Rightarrow 2t + 0,1t^2 - 400 + 20t - 0,2t^2 = 40$ $\Rightarrow -0,1t^2 + 22t - 440 = 0 \Rightarrow t = 22,25(s)$ + Khi $x_B - x_A = 40$ $\Rightarrow 400 - 20t + 0,2t^2 - 2t - 0,1t^2 = 40$ $\Rightarrow 0,1t^2 - 22t + 360 = 0 \Rightarrow t = 17,8(s)$	0,5 0,5

Bài 2		4,0
a (2đ)	- Chọn chiều dương cùng chiều chuyển động (Ox) - Ô tô chịu tác dụng của 3 lực $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}_{msn}, \vec{F}_k$ - Theo định luật II- Niuton : $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_k + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$ - Chiếu lên phương chuyển động, chiều dương cùng chiều chuyển động, ta có: $F_k - F_{ms} = ma$ + Khi ô tô chuyển động thẳng đều $a=0$ nên $F_k = F_{ms} = \mu mg$ $= 0,1 \times 1000 \times 10 = 1000(\text{N})$ + Khi ô tô đi được 100m trong thời gian 10 giây: $s = \frac{1}{2}at^2$ $\Rightarrow \text{Gia tốc } a' = 2 \text{ m/s}^2.$ Độ lớn lực kéo: $F'_k = ma' + F_{ms} = 1000 \times 2 + 0,1 \times 1000 \times 10 = 3000(\text{N})$	 0,5 0,5 0,5 0,5
b (2đ)	- Ô tô chịu tác dụng của 3 lực $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}_{msn}$ Trong đó $\vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$ - Lúc đó ô tô chuyển động tròn đều nên $\vec{F}_{msn}$ đóng vai trò là lực hướng tâm. $F_{ht} \leq F_{msn}$ - Để ô tô không trượt trên đường thì $\Rightarrow m \frac{v^2}{R} \leq \mu mg$ $\Rightarrow v^2 \leq R\mu g \Rightarrow v \leq \sqrt{R\mu g}$ Thay số ta được vận tốc tối đa $v_{\max} = 10 \text{ m/s}$	0,5 0,5 0,5 0,5
Bài 3		4,0
a (2,5đ)	 Áp dụng điều kiện cân bằng quay đối với trục đi qua điểm A: $M_{\vec{T}} = M_{\vec{P}} \Leftrightarrow T \cdot OC = P \cdot AG \cos \alpha \Leftrightarrow T \cdot AB \sin \alpha = mg \cdot \frac{AB}{2} \cos \alpha$ $\Rightarrow T = \frac{mg \cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{mg \cot \alpha}{2} \quad (1)$ - Áp dụng điều kiện cân bằng tịnh tiến: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{T} = \vec{0} \quad (2)$ + Chiếu (2) lên trục OX được: $F_{ms} - T = 0 \quad (3)$ + Chiếu (2) lên trục OY được: $N - P = 0 \quad (4)$ - Muốn thanh cân bằng thì lực ma sát phải là lực ma sát nghỉ nên: $F_{ms} < \mu N \quad (5)$ - Từ (1), (3), (4) và (5) suy ra: $\frac{mg \cot \alpha}{2} \leq \mu mg \Rightarrow \cot \alpha \leq 2\mu \Rightarrow \alpha \geq 30^\circ$	0,5 0,5 0,5 0,5

b (1,5đ)	Khi $\alpha = 45^\circ$ ta có: + Từ (1) và (2) ta có $F_{ms} = T = 15\text{N}$; + Từ (4) $N = P = 30\text{N}$; + Từ hình vẽ : $OA = BC - AB\cos\alpha \approx 0,44\text{m}$.	0,5 0,5 0,5
-------------	--	-------------------

Bài 4		4,0
a (2,5đ)	Phân tích các lực tác dụng lên hệ vật  Chọn hệ quy chiếu như hình vẽ như hình vẽ, chiều dương (+) là chiều chuyển động Xét vật 1 : Áp dụng định luật II Newton ta có $\vec{F} + \vec{F}_{ms1} + \vec{N} + \vec{P} + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}$ Chiều lên Ox: $F \cos \alpha - F_{ms1} - T_1 = m_1 a$ (1) Chiều lên Oy: $N_1 - P_1 + F \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g - F \sin \alpha$ thay vào (1) Ta được: $F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - T_1 = m_1 a$ (*) Tương tự đối với vật 2: $\vec{F}_{ms2} + \vec{N}_2 + \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}$ Chiều lên Ox: $-F_{ms2} + T_2 = m_2 a$ (2) Chiều lên Oy: $N_2 = P_2 = m_2 g$ thay vào (2) Ta được $-\mu m_2 g + T_2 = m_2 a$ (**) Vì dây không dẫn nên $T = T_1 = T_2$ Từ (*) và (**) ta có hệ phương trình $\begin{cases} F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - T_1 = m_1 a (3) \\ -\mu m_2 g + T_2 = m_2 a (4) \end{cases}$ Cộng vế ta có : $F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - \mu m_2 g = (m_1 + m_2) a$ $\Rightarrow a = \frac{F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - \mu m_2 g}{(m_1 + m_2)} (5)$ $\Rightarrow a = \frac{8 \cdot \cos 30^\circ - 0,1(1 \cdot 10 - 8 \cdot \sin 30^\circ) - 0,1 \cdot 2 \cdot 10}{1 + 2} \approx 1,44 \left(\text{m} / \text{s}^2 \right)$ Thay vào (4) ta có $T = m_2 a + \mu m_2 g = 2 \cdot 1,44 + 0,1 \cdot 2 \cdot 10 = 4,88 \text{ (N)}$	0,5 0,5 0,5 0,5

b (1,5đ)	Tương tự từ phần a: Thay (5) vào (4) ta có $T = T_1 = T_2 = \mu m_2 g + m_2 \frac{F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - \mu m_2 g}{(m_1 + m_2)}$ Theo đầu bài $T \leq T_{\max}$ $\Rightarrow \mu m_2 g + m_2 \frac{F \cos \alpha - \mu(m_1 g - F \sin \alpha) - \mu m_2 g}{(m_1 + m_2)} \leq T_{\max}$ $\Leftrightarrow F \leq \left(\frac{(T_{\max} - \mu m_2 g)(m_1 + m_2) + \mu g m_2 (m_1 + m_2)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \right)$ $\Rightarrow F_{\max} = 45,85 \text{ N}$	0,5 0,5 0,5
Bài 5		4,0
a (2đ)	- Khi mới được phóng ra, dây nỏ chưa căng, quả cầu chỉ chịu tác dụng của trọng lực $\Rightarrow$ Chuyển động của nó là chuyển động ném ngang. - Chọn hệ trục tọa độ xOy sao cho gốc O trùng với điểm trục O, Ox cùng chiều với vận tốc ban đầu, Oy hướng thẳng đứng xuống, gốc thời gian là lúc quả cầu bắt đầu được phóng ra. $\Rightarrow$ Gọi t là thời điểm để dây nỏ bị căng ra. + Tại vị trí dây nỏ căng ra, ta có các phương trình liên hệ với chuyển động ném ngang của vật là: $\begin{cases} x = v_0 t = \ell \cdot \sin 60^\circ \\ y = \frac{\ell}{4} + \frac{1}{2} g t^2 = \ell \cdot \cos 60^\circ \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = \sqrt{\frac{\ell}{2g}} \\ v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{6gl} \end{cases}$ +Thay số $v_0 = \sqrt{15} \text{ m/s} \approx 3,87 \text{ m/s}$	0,5 0,5 0,5

b (2đ)	- Véc tơ $\vec{v}$ và phương thẳng đứng như hình vẽ: - Ta có: $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$, Với : $\begin{cases} v_x = v_0 = \frac{1}{2}\sqrt{6.g.\ell} \\ v_y = g.t = \sqrt{\frac{\ell.g}{2}} \end{cases}$ $\Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2.g.\ell} = \sqrt{20}m/s \approx 4,47m/s$	0,5
		0,5
	- Ta có: $\tan \beta = \frac{v_x}{v_y} = \sqrt{3} \Rightarrow \beta = 60^0$	0,5
	- Gọi v là vận tốc quả cầu khi dây vừa bị căng ra. Gọi β là góc hợp bởi $\Rightarrow$ Khi dây treo bắt đầu bị căng ra, góc hợp bởi vận tốc $\vec{v}$ tại đó với phương thẳng đứng là 60^0	
	$\Rightarrow$ vận tốc $\vec{v}$ có phương trùng với phương của sợi dây. Sau đó, quả cầu nhận được một xung của lực căng dây. Cũng trong thời gian đó, điểm treo O cũng nhận được một xung lực cùng độ lớn với xung lực mà quả cầu nhận được	
	$\Rightarrow$ Xung lực điểm treo O nhận được là: $F.\Delta t = m.v - 0 = m.\sqrt{2g\ell} = \frac{\sqrt{5}}{5} \approx 0,45(N.s)$	0,5