

CHAPITRE VII - 2^{ème} PARTIE : CINÉTIQUE DES PARTICULES

2^{ÈME} LOI DE NEWTON AVEC FROTTEMENT

RÉSOLUTION DES PROBLÈMES SUGGÉRÉS

Problème N° 7.12

Une rondelle pesant 1,1 N glisse sur une distance de 15 mètres avant de s'arrêter.

- a) Si la vitesse initiale de la rondelle est de 6,1 m/s, calculez la force de frottement entre la rondelle et la glace ;
- b) Que vaut le coefficient de frottement cinétique ?

Problème N° 7.13

À l'aide d'une corde faisant un angle de 15° au-dessus de l'horizontale, un homme tire une caisse de 68 kg sur un plancher.

- a) Si le coefficient de frottement statique est de 0,5, calculez la tension requise pour mettre la caisse en mouvement ;
- b) Si $\mu_k = 0,35$ et que la tension est 350 N, quelle est l'accélération ?

Problème N° 7.14

Une force horizontale P de 50 N presse un bloc de 20 N contre un mur comme illustré à la figure 7. Le coefficient de frottement statique entre le mur et le bloc vaut 0,6 et le coefficient de frottement cinétique est de 0,4. On suppose que la vitesse initiale est nulle.

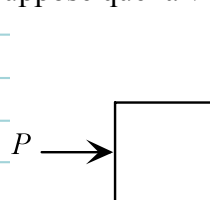


Figure 7

- a) Le bloc bougera-t-il ?
- b) Quelle force le mur exerce-t-il sur le bloc ?

7.12

① Données

Rondelle $W = 1,10$

P_i P_f
 $t_i = 0,5$ $t_f = 1,5$
 $x_i = 0,4$ $x_f = 1,4$
 $v_i = 0 \text{ m/s}$ $v_f = 0 \text{ m/s}$

② Question

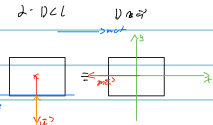
a) $P_H = ?$

b) $\mu_H = ?$

③ Dev

$F_H = \mu_H N$
 $\sum P_{\text{at Rondelle}} = m \cdot a$
 $m = \frac{W}{g}$
 $y = \frac{1}{2} a t^2 + v_{iy} t + y_i$
 $y_f = 0 \text{ m}$
 $y_f^2 = v_{iy}^2 + 2 a_y \Delta y$
 $a_y = \frac{v_{fy}^2 - v_{iy}^2}{2 \Delta y}$
 $a_y = \frac{v_{fy}^2}{2 \Delta y}$
 $\vec{a} = a_y \vec{j}$
 $\vec{a} = -a \vec{j}$
 vertical

1. Système: Rondelle



$F_H = \frac{W}{g}$

$F_H = \frac{W v_{fy}^2}{2 g d}$

Chapitre 10

$P_H = \frac{1,1 \cdot 6,1^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,5}$

$P_H = 0,139 \text{ N}$

$\mu_H = \frac{F_H}{N}$

$= \frac{0,139}{1,1}$

$= 0,126$

2. Loi de Newton

$\vec{F}_H + \vec{N} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$

$\begin{pmatrix} -F_H \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a \\ 0 \end{pmatrix}$

4. eq. alg

$\begin{cases} -F_H = -m a \\ N - W = 0 \end{cases} \Rightarrow F_H = m a$

7.13

①

a)

ceisse $m = 68 \text{ kg}$

$v = n \cdot g = 68 \cdot 9,81$

$T \cos \theta = \mu_s \cdot (W - T \sin \theta)$

$T = \frac{9,5 \cdot 667,08}{\cos 15 + 9,5 \cdot \sin 15}$

corde $\alpha = 15^\circ$
horizontale

$W = 667,08$

$= \mu_s \cdot W - \mu_s \cdot T \sin \theta$

$T = 304,51 \text{ N}$

$T_H = F_H = \mu \cdot N$

$T \cos \theta + \mu \sin \theta = \mu \cdot W$

$T = 304,51 \text{ N}$

$\mu_s = 0,5$

$N = W - T \sin \theta$

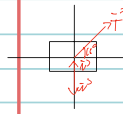
$T = \frac{\mu \cdot W}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$

$T =$

$\mu_k = 0,35$

$T = \cos \theta$

$T = 350 \text{ N}$



$\vec{T} + \vec{N} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$
 $T \cos 15 - F_H = m \cdot a$
 $\begin{pmatrix} T \cos 15 \\ T \sin 15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -W \end{pmatrix} = m \cdot \vec{a}$
 $T \cos 15 - F_H = m \cdot a$
 $T \sin 15 + N - W = 0$
 $T \sin 15 + N - 667,08 = 0$
 $N = 667,08 - T \sin 15$

$N = 667 - 304,51 \sin 15$

7.14

7.14

Donner.

Donner $\vec{P} = \begin{cases} P = 50N \\ \rightarrow \end{cases}$

Donc : $V = 20N$

mar-bloc $\begin{cases} u_s = 56 \\ u_{xy} = 0,4 \end{cases}$

$v_i = 0m/s$

a) $\sum \vec{P}_{ext} = 0$

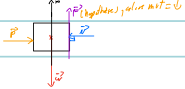
b) $\vec{P}_{ext} = \vec{P}_s = \vec{P} + \vec{P}_{pout} = ?$

Dev

hypothèse : $\sum \vec{P}_{ext}/u_s = 0$

1- système : Bloc

2- DCL



3- loi de Newton

$\vec{P} + \vec{P}' + \vec{P}'' = 0$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

4- eqn alge

$\begin{cases} P = 0 \\ u + P = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u = P = 50N \\ u = u = 50N \end{cases}$

hypothèse valide

$\vec{P}_{pout} = \mu_s N = F_{max} = 0,6 \cdot 50 = 30N$

donc $\vec{P}_{pout} < P_{max}$
hypothèse valide car respect

$\vec{P}_s = \vec{P} + \vec{P}'$

$= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec{P}_s = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = -\vec{P}' + \vec{P}'' = 0$

$= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$R_s = \sqrt{(50)^2 + (30)^2} = 58,315N \text{ norm}(-50, 30) = 58,315$

$|\vec{P}_s| = \tan^{-1}\left(\frac{30}{50}\right) = 31,91^\circ$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

$\vec{P}_s = 58,315N \text{ norm}(-50, 30)$

7.16

Donner

Bloc A : $N_A = 44N$

Bloc B : $N_B = 42N$

a) $u_{min} = ?$ $\sum \vec{P}_{ext} = 0$

b) $u_A = ?$ $\sum \vec{P}_{ext} = 0$

Dev

Système : A tout

Expérience

- la force a et c est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

- la force B est en

expérimental

4- eqn alge

$-P + T = 0 \Rightarrow T = P$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

$-u_A + u_B + u_C = 0$

5- 1^{re} loi de Newton

6- Résolution

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

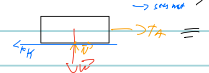
$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

b) 1- système Bloc A

2- DCL



3- 2^{de} loi de Newton

$\vec{P}_A + \vec{P}_B + \vec{N} = 0$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

4- algèbre

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

$\vec{P}_A + \vec{P}_B = 0$

S-1 relativity

S-2 lei new

$$t_A = t_B = t$$

$$v_B + v_0 = v_B - a_B$$

$$p_A = m_A v$$

$$v_B + t_B = v_0 - a_B t$$

$$a_A = a_B = a$$

$$S-1 \text{ case } a/g$$

$$m_A = \frac{m_0}{\gamma}$$

$$-v_B + t = a_B (-a_B)$$

S-1 Systeme B to C

G- Rel system

DCL



D (m/s²)



$$-F_A + t = m_A a_A$$

$$t_A = m_A v$$

$$= v = v_0$$

$$a_A = a_B$$

$$= a$$

$$-v_B + t = -a_B a_B$$

$$m_B = \frac{m_0}{\gamma}$$

$$m_B = \frac{m_0}{\gamma}$$

$$-F_A + t = m_A a_A$$

$$m_A \cdot v + t = m_A a_A$$

$$-m_A v_A + t = \frac{v_B}{\gamma} a$$

$$-m_A + v_A - m_B - \frac{v_B}{\gamma} a = \frac{v_B}{\gamma} a$$

$$m_A v_A + v_B = \frac{v_B}{\gamma} a$$

$$= a \left(\frac{v_B}{\gamma} \right)$$

$$m_A v_A + v_B = \left(\frac{m_A + m_B}{\gamma} \right) a$$

$$\frac{m_A + m_B + v_B}{\gamma} a$$

$$a = \frac{-v_B v_A + m_B}{m_A + m_B} g$$

Opp n i h

$$a = \frac{-0.2 \cdot 0.4 + 0.2}{0.4 + 0.2} g$$

$$a = 1.962 \text{ m/s}^2$$

Problème N° 7.15

À la figure 8, le bloc B pèse 710 N. Le coefficient de frottement statique entre le bloc et la table est de 0,25. Quel doit être le poids maximum du bloc A pour que le système reste en équilibre ?

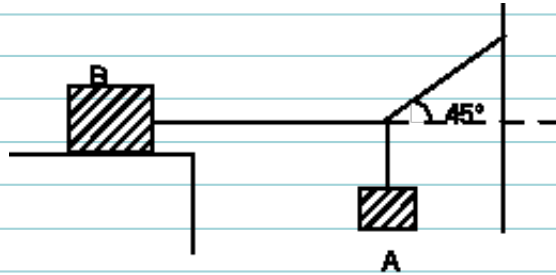


Figure 8

Problème N° 7.16

La figure 9 représente des blocs A et B de 44 N et de 22 N respectivement.

- Quel doit être le poids minimum de C pour que l'équilibre du système soit conservé avec $\mu_s = 0,2$?
- On enlève subitement le bloc C. Quelle est l'accélération du bloc A si $\mu_k = 0,2$ entre A et la table ?

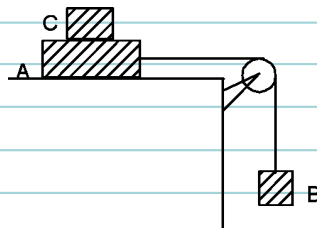


Figure 9

Problème N° 7.17

Une masse est soutenue par un câble (angle $\theta = 40^\circ$) de 2 m et une corde horizontale tel qu'illustré à la figure 10. On coupe la corde. Déterminez :

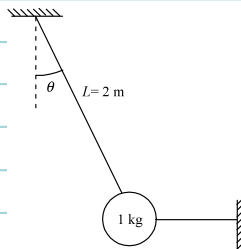


Figure 10

- la tension dans le câble avant qu'on coupe la corde;
- la tension dans le câble tout juste après la coupe;

Problème N° 7.18

Une masse suspendue à un câble tourne à vitesse constante au bout d'un poteau comme indiqué à la figure 11. Si $\theta = 40^\circ$,

- Calculez la tension dans le câble;
- Calculez la vitesse de la masse.

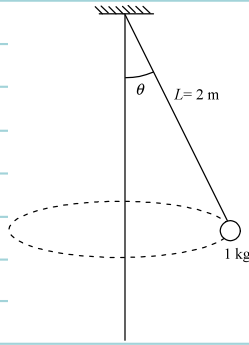


Figure 11

Problème N° 7.19

Un avion effectue un cercle à une vitesse constante de 180 m/s tel qu'illustré à la figure 12. Quelle est la force exercée par le siège sur le pilote ($m = 85 \text{ kg}$) en A et B ?

Note : cette force est appelée le poids apparent du pilote.

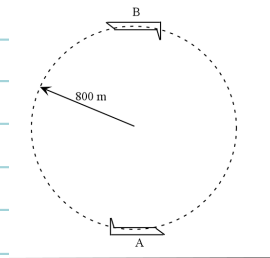


Figure 12

Problème N° 7.20

Une voiture ($m = 2000 \text{ kg}$) met brusquement les freins (les roues bloquent) au fond d'une courbe de rayon 150 m , tel qu'illustré à la figure 13. Le coefficient de frottement entre les pneus et le sol est $\mu_k = 0.7$. Sa vitesse est de 100 km/h à ce moment.

Quelle est l'accélération tangentielle de la voiture à ce moment?

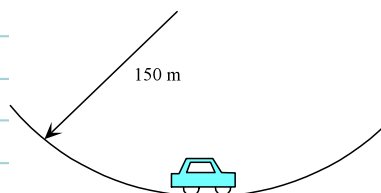


Figure 13

2.18



Données

Boule : $m_g = 1 \text{ kg}$

mou circulaire

vitesse ω

rot horizontal

Cable T
 $\theta = 40^\circ$
 $z = 2 \text{ m} = R$

Quota.

$t = ?$

$v = ?$

Der

mou circulaire

qui loi de Newton

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

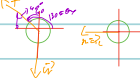
$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m(\vec{a}_r + \vec{a}_t)$

$\vec{a}_r = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R}{1} = \omega^2 R$

$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt}$

Systeme boucle

2 DCL D ma



3^e loi de Newton

$\vec{T} + \vec{W} = m \vec{a}$

4^e eqn alge

$\sum T \cos 130^\circ = -m \omega^2 R$
 $\sum T \sin 130^\circ = 0$

$T \cos 130^\circ = -m \omega^2 R$
 $T \sin 130^\circ = 0$

S-Reso

$T = \frac{mg}{\sin 130^\circ}$

$T = \frac{1.96}{\sin 130^\circ}$

$T = 12.706 \text{ N}$

$\frac{mg}{\sin 130^\circ} = \frac{m v^2}{R \sin 130^\circ}$

$\frac{1 \cdot 9.8}{\sin 130^\circ} = \frac{v^2}{2 \sin 130^\circ}$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.8 \sin 130^\circ}{\sin 130^\circ}}$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.8 \sin 40^\circ}{\sin 130^\circ}}$

$v = 1.632 \text{ m/s}$

2.19

CHAPITRE VII - 2^{ème} PARTIE : CINÉTIQUE DES PARTICULES
2^{ÈME} LOI DE NEWTON AVEC FROTTEMENT
RÉPONSES DES PROBLÈMES SUGGÉRÉS

Problème N° 7.12 :

Rép. :

a) $F = 0,14 \text{ N}$ et b) $\mu_k = 0,13$

Problème N° 7.13 :

Rép. :

a) $T = 304,5 \text{ N}$ et b) $a = 2,00 \text{ m/s}^2$

Problème N° 7.14 :

Rép. :

$F = 20 \text{ N} < F_{\max} \Rightarrow$ Le bloc est dans un état statique

$R_{\text{mur/bloc}} = \sqrt{20^2 + 50^2} = 53,85 \Rightarrow R_{\text{mur/bloc}} = 53,85 \text{ N}$

Problème N° 7.15:

Rép. :

$T = 177,5 \text{ N} \Rightarrow W_A = 177,5 \text{ N}$

Problème N° 7.16 :

Rép. :

a) $W_C = 66 \text{ N}$ et b) $a = 1,96 \text{ m/s}^2$

Problème N° 7.17 :

Rép. :

a) $T = 12,81 \text{ N}$

b) $T = 7,5 \text{ N}$

Problème N° 7.18 :

Rép. :

a) $T = 12,81 \text{ N}$

b) $v = 3,55 \text{ m/s}$

Problème N° 7.19 :

Rép. :

a) $F_{S/A} = 4276 \text{ N}$

b) $F_{S/B} = 2609 \text{ N}$

Problème N° 7.20 :

Rép. :

$$a_t = 10,468 \text{ m/s}^2 (\leftarrow)$$

