Faculty of Engineering/Department of Physics/Faculté St Jean

ENPH 131/PHYSQ131

Examen partiel

Samedi 12 février 2022, 13h55 - 15h30 (1:55-3:30pm)

---

1. *Examen à livre fermé. Aucune note ou manuel n'est autorisé. Les feuilles de formules sont autorisées.*
2. *L'examen contient* ***8 questions à choix multiple*** *(QCM) et* ***4 problèmes****, et vaut* ***36 points****. Essayez toutes les questions.*
3. *Pour les QCM, seules les réponses sont corrigées. Pour les problèmes, les détails et les procédures seront corrigés. Montrez votre travail d'une manière soignée et logique.*
4. *Écrivez vos réponses directement dans le fichier PDF téléchargé ou écrivez sur des feuilles, puis convertissez-les en* ***un seul fichier PDF*** *à télécharger sur la page d'examen sur eClass.*
5. *Écrivez votre nom et votre numéro d'étudiant sur la première page de votre fichier PDF et nommez le fichier PDF en utilisant votre nom de famille.*

NOM ___________________________________ ID# ___________________

Ne pas écrire dans le tableau ci-dessous.

Question	Valeur (Points)	Note	**TOTAL sur 44**	Problème	Valeur (Points)	Note
1	1			1	9	
2	1			2	9	
3	1			3	9	
4	1			4	9	
5	1					
6	1					
7	1					
8	1					
Total	8				36	

QUESTIONS À CHOIX MULTIPLE

Pour les trois cas ci-dessous, une particule se déplace dans la direction s positive, et sa vitesse v dépend de sa position s. Au temps $t = 0$, la particule est à $s = s_0$ ($s_0 > 0$). Dans chaque cas, pour $t > 0$, **déterminez si l'accélération est constante, croissante ou décroissante avec le temps**

Question 1. Si $\boldsymbol{v = 2s}$ avec $t > 0$, déterminez si l'accélération est constante, croissante ou décroissante avec le temps.

L'accélération est

(a) constante
(b) croissante
(c) décroissante
(d) ne peut pas être déterminée

Question 2. Si $\boldsymbol{v = s^2}$ avec $t > 0$, déterminez si l'accélération est constante, croissante ou décroissante avec le temps.

L'accélération est

(a) constante
(b) croissante
(c) décroissante
(d) ne peut pas être déterminée

Question 3. Si. $\boldsymbol{v = \sqrt{s}}$ avec $t > 0$, déterminez si l'accélération est constante, croissante ou décroissante avec le temps.

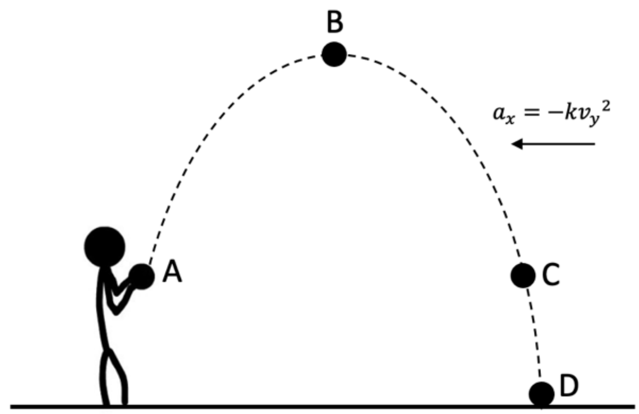
L'accélération est

(a) constante
(b) croissante
(c) décroissante
(d) ne peut pas être déterminée

Question 4. Une particule se déplace sur un trajet circulaire de rayon 0.03 km avec une vitesse instantanée de 20 m/s et sa vitesse diminue à un taux constant de 8 m/s^2. Quelle est la grandeur de l'accélération totale, en m/s^2, de la particule à cet instant? Choisissez la réponse la plus proche.

(a) 4.6
(b) 8.0
(c) 13
(d) 16

Dans une simulation de projectiles, une balle est lancée avec une vitesse initiale dans un milieu magique avec une qualité particulière: la résistance de l'air n'est pas négligeable et elle crée une accélération dans la direction horizontale (a_x) qui est liée à la composante verticale de vitesse (v_y) par l'équation $a_x = -kv_y^2$ (k constante positive). La figure montre le mouvement de la balle dans la simulation et les points A, B, C et D représentent respectivement: le lancer, le sommet, le retour à la hauteur initiale et le point tout juste avant l'impact.



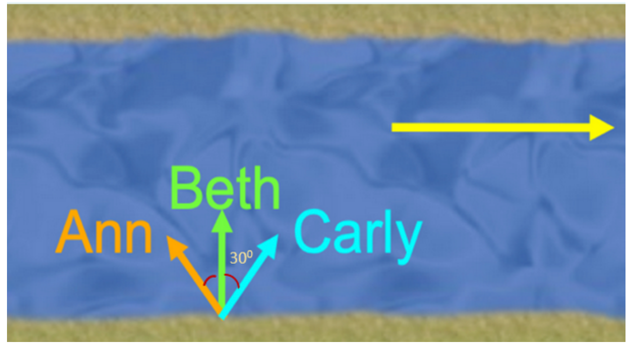
Question 5. Pour quelle paire de points la balle a-t-elle la même accélération totale?

(a) A et B
(b) B et C
(c) C et D
(d) A et C
(e) B et D

Question 6. À quel point la balle a-t-elle une accélération maximale?

(a) A
(b) B
(c) C
(d) D
(e) Aucun des points

Dans de l'eau au repos, trois nageuses, Ann, Beth et Carly, peuvent nager à 0.6 m/s, 0.4 m/s et 0.5 m/s, respectivement. Elles font une course pour voir qui traversera la rivière à la nage la première. Par rapport à l'eau, qui coule à vitesse constante vers la droite, Beth nage perpendiculairement à la rivière, Ann nage en amont (*upstream*) à 30 degrés et Carly nage en aval (*downstream*) à 30 degrés.



Question 7. Qui traversera la rivière la première?

(a) Ann
(b) Beth
(c) Carly
(d) On ne peut le déterminer

Question 8. Qui prendra le plus de temps à traverser?

(a) Ann
(b) Beth
(c) Carly
(d) On ne peut le déterminer

PROBLÈMES

Problème 1. [9 points] Une soucoupe volante désire voler de A à B, à une distance de 2 km. Elle accélère d'abord à $0.8g$ (où $g = 9.81\ \mathrm{m/s^2}$) puis ralentit avec $0.4g$. Supposez qu'elle se déplace le long d'une droite directement de A à B, et qu'elle commence et finit *au repos*.

(a) Quelle vitesse (*speed*) maximale atteindra-t-elle pendant ce trajet?

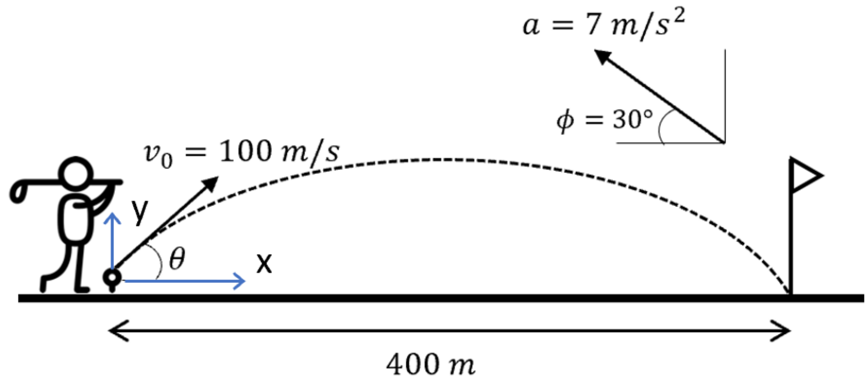
(b) Déterminez la durée du trajet de A à B.

Problème 2. [9 points] Votre professeur de physique, passionné de golf, vous a promis un A dans le cours si vous pouvez effectuer ce qu'il croit être un trou en un coup (*hole-in-one shot*) impossible. Malheureusement pour vous, le vent est puissant et crée une accélération supplémentaire, **a**, pour la balle de golf dans la direction montrée ci-dessous.

Supposez que la vitesse initiale de la balle est v_0 avec un angle initial de $\theta = 30^o$, et que l'accélération gravitationnelle est $g = 9.81$ m/s^2,

(a) si les coordonnées (x et y) sont définies dans la figure avec la balle à l'origine à $t = 0$ s, écrivez les coordonnées horizontale et verticale, $x(t)$ et $y(t)$, de la balle en fonction de t et v_0, et

(b) déterminez la vitesse initiale v_0 de la balle pour réussir le trou en un coup.



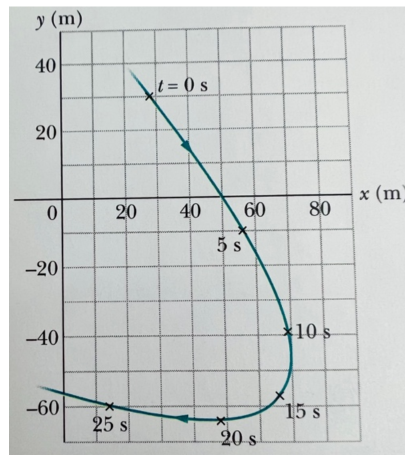
Problème 3. [9 points] Une particule se déplace sur la courbe montrée ci-dessous. Le vecteur-position de cette particule, en fonction du temps t, est donné par

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{\imath} + y(t)\vec{\jmath} = [-0.31(t^2) + 7.2(t) + 28]\hat{\imath} + [0.22(t^2) - 9.1(t) + 30]\hat{\jmath}$$

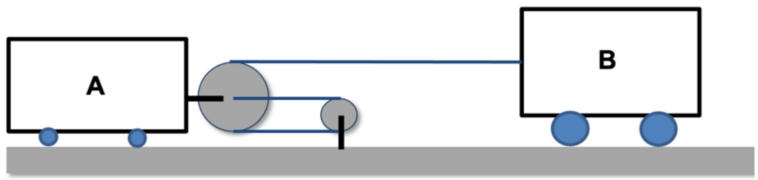
avec r en mètres, le temps t en secondes, $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$ sont les vecteurs unitaires dans les directions x et y, respectivement.

(a) Trouvez le vecteur-vitesse de la particule quand t = 15 s avec la notation $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$. Déterminez ensuite les composantes normale et tangentielle de la vitesse de la particule à cet instant.

(b) Trouvez le vecteur-accélération de la particule quand t = 15 s, en termes de sa grandeur et son angle, mesuré depuis l'axe x dans le sens antihoraire. Déterminez les composantes normale et tangentielle de l'accélération de la particule à cet instant. *Indice* : Trouvez l'angle du vecteur-accélération mesuré dans le sens antihoraire par rapport à l'axe n positif pour calculer a_t et a_n.



Problème 4. [9 points] L'auto A se fait tirer par le camion B. Si B se déplace vers la droite à une vitesse de 6 m/s qui diminue au taux de 0.9 m/s^2, déterminez la vitesse et l'accélération de l'auto A, ainsi que la vitesse et l'accélération de A par rapport à B.



Partie I – réponses

Q.1: B

Q.2: B

Q.3: A

Q.4: D

Q.5: D

Q.6: D

Q.7: A

Q.8: B

Partie II – solutions à la p. suivante

Faculty of Engineering and Department of Physics

Engineering Physics 131

Midterm Examination

Saturday February 12, 2022; 14:00 – 15:30

---

1. Closed book exam. No notes or textbooks allowed. Formula sheets are allowed.
2. This is Part 2 of the exam, containing 4 questions and is out of **36 points**. Attempt all questions.
3. *For Questions 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, details and procedures to solve these problems will be marked.* Show all work in a neat and logical manner.
4. Write your solution directly on the PDF file downloaded or write on papers and then convert to a **SINGLE PDF file**, and upload to the exam page. Solutions to different questions must be written on different pages, i.e., DO NOT write solutions to different questions on the same page.
5. Write your Name and Student ID on the first page of your PDF file, and name the PDF file using your last name.

LAST NAME: ______________________________

FIRST NAME: ______________________________

ID#: ________________

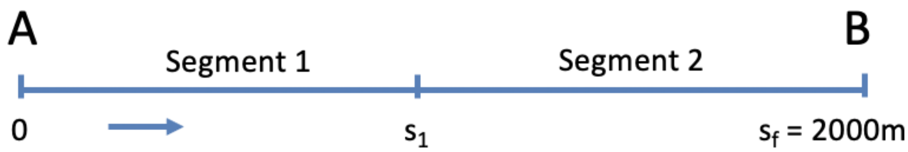
Please do not write in the table below.

Question	**Value (Points)**	**Mark**
2-1	9	
2-2	9	
2-3	9	
2-4	9	
Total	36	

2-1. [9 Points] A flying saucer wishes to fly from A to B, a distance of 2 km. It first accelerates at *0.8 g* ($g = 9.81\ m/s^2$) and then decelerates at *0.4 g*. Assume that it travels along a straight path directly from A to B, and that it starts and ends at *rest*.

(a) What maximum speed will it reach during the trip?
(b) Determine the travel time from A to B.

Solution. Erratic motion in two segments, each with constant acceleration. The saucer accelerates during segment 1, reaches a maximum speed of v_1 at location s_1, and then decelerates until it comes to rest at s = 2000 m. To maximize partial marks, variables for each segment must be clear and consistent throughout.



(a) Treat the acceleration and deceleration segments separately.

Let $a_1 = 0.8g$ and $a_2 = -0.4g$.
Let s_1 = position where deceleration begins, and $s_f = 2000\ m$.
Note that $v_0 = v_f = 0$, and v_1 = maximum speed, which occurs at s = s_1.

Segment 1: $v_1{}^2 = v_0{}^2 + 2a_1(s_1 - s_0) \rightarrow v_1{}^2 = 2a_1 s_1$

Segment 2: $v_f{}^2 = v_1{}^2 + 2a_2(s_f - s_1) \rightarrow v_1{}^2 = -2a_2(s_f - s_1)$

Set the two equations equal and solve for s_1.

$$2a_1 s_1 = -2a_2(s_f - s_1)$$
$$s_1(a_1 - a_2) = -a_2 s_f$$
$$s_1 = \frac{-a_2 s_f}{(a_1 - a_2)} = \frac{-(-.4)g(2000)}{(.8 - (-.4))g} = 667\ m$$
$$v_1 = \sqrt{2a_1 s_1} = \sqrt{2(.8)(9.81)(667)} = 102.3\ m/s$$

(b) Total travel time = time for segment one + time for segment two:

$$t_{tot} = t_1 + t_2$$
$$= \frac{v_1 - v_0}{a_1} + \frac{v_f - v_1}{a_2}$$
$$= \frac{102.3 - 0}{0.8(9.81)} + \frac{0 - 102.3}{-0.4(9.81)}$$
$$= 13.0 + 26.1 = 39.1\ s$$

2-2. [9 Points] Your EN PH professor, a big golf enthusiast, has promised you an A in the course if you can make what he claims is an impossible hole-in-one shot (a hole-in-one means hitting the golf ball into the flag hole in one shot). Unfortunately for you, today the wind is particularly crazy, creating an additional acceleration for the golf ball, a, in the direction shown in Figure 2-2.

Given that the launch speed of the ball is v_0, the direction of the initial velocity is $\theta = 30^0$, and the gravitational acceleration is $g = 9.81\ m/s^2$,

(i) if the coordinates (x and y) are defined as shown in Figure 2-2 and the ball is at the origin when t = 0 s, write down the horizontal and vertical coordinates x and y of the ball as functions of t and v_0, and

(ii) determine the initial velocity v_0 at which the ball must be shot to sink it.

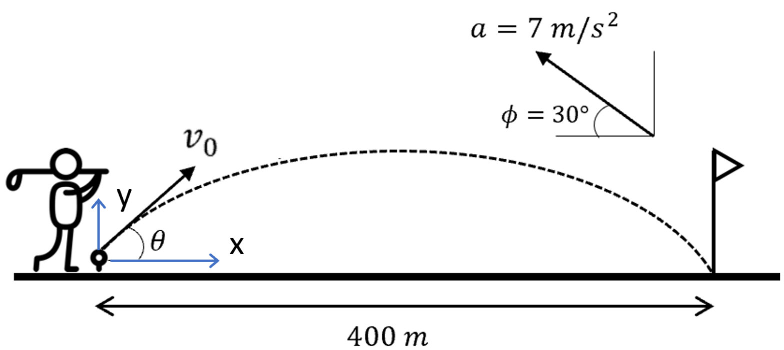


Figure 2-2

givens:-

$x_0 = y_0 = 0\,m$; $a_x = -7\cos 30$; $a_y = 7\sin 30 - g$

$y_f = 0$; $x_f = 400$; $V_{ox} = V_0\cos 30$; $V_{oy} = V_0\sin 30$

(i) for horizontal motion:-

$x(v_0,t) = \cancel{x_0}^{\,0} + V_{ox}t + \frac{1}{2}a_x t^2$ ← sub values from givens

$x(v_0,t) = V_0 t\cos 30 - 3.5t^2\cos 30$

$$\boxed{x(v_0,t) = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 t - \frac{7\sqrt{3}}{4}t^2}$$

for vertical motion:-

$y(v_0,t) = \cancel{y_0}^{\,0} + V_{oy}t + \frac{1}{2}a_y t^2$ ← sub values from givens

$y(v_0,t) = \frac{1}{2}V_0 t + \frac{1}{2}\left(\frac{7}{2} - 9.81\right)t^2$

$$\boxed{y(v_0,t) = \frac{1}{2}V_0 t - 3.155t^2}$$

(ii) at t_f, $x_f = 400$, $y_f = 0$

$y(v_0,t_f) = 0 = \frac{1}{2}V_0\cancel{t_f} - 3.155t_f^{\cancel{2}} \Rightarrow -\frac{1}{2}V_0 = -3.155t_f \Rightarrow V_0 = 6.31t_f$

sub '$V_0 = 6.31t_f$' into $x(v_0,t_f)$ equation ⇒

$x(v_0,t_f) = 400 = \frac{\sqrt{3}}{2} * 6.31t_f^2 - \frac{7\sqrt{3}}{4}t_f^2$

$400 = 5.465t_f^2 - 3.031t_f^2$

$400 = 2.434t_f^2 \Rightarrow t_f = 12.8$ seconds

$V_0 = 6.31t_f = \boxed{80.9\,m/s}$

2-3. [9 Points] A particle moves on a curve path which is shown in Figure 2-3.

The particle's position vector as a function of time *t* is given by:

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{\imath} + y(t)\vec{\jmath} = [-0.31(t^2) + 7.2(t) + 28]\vec{\imath} + [0.22(t^2) - 9.1(t) + 30]\vec{\jmath}$$

with *r* in meters and time *t* in seconds and $\vec{\imath}$ and $\vec{\jmath}$ are the unit vectors in x and y directions.

(a) Find the velocity vector for the particle when t = 15 s in unit-vector notation. Then determine the normal and tangential components of the particle's velocity at that instant.
(b) Find the acceleration vector for the particle when t = 15 s as a magnitude and an angle measured counterclockwise from the positive x axis. Then determine the normal and tangential components of the particle's acceleration at that instant.

Hint: Find the angle of the acceleration vector measured counterclockwise from the positive n axis to calculate a_t and a_n.

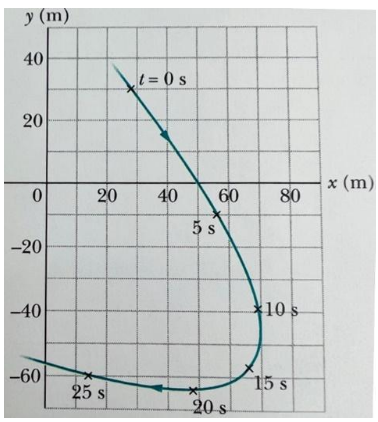


Figure 2-3

Solution

(a) Find the velocity vector for the particle in unit-vector notation. Determine the normal and tangential components of the particle's velocity when *t* = 15 s.

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(-0.31t^2 + 7.2t + 28) = -0.62t + 7.2$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(0.22t^2 - 9.1t + 30) = 0.44t - 9.1$$

At *t* = 15 s, the equations above yield:

$$v_x = -2.1\, m/s$$

$$v_y = -2.5\, m/s$$

and therefore, the velocity vector is:

$$\vec{v} = -(2.1\, m/s)\hat{\imath} - (2.5\, m/s)\hat{\jmath}$$

To get the magnitude of $v⃑$:

$$v = [{v_x}^2 + {v_y}^2]^{1/2} = [(-2.1\ m/s)^2 + (-2.5\ m/s)^2]^{1/2} = 3.3\ m/s$$

Finally, since the velocity is always tangent to the path:

$$v_n = 0$$

$$v_t = 3.3\ m/s$$

(b) Find the acceleration vector for the particle as a magnitude and an angle. Determine the normal and tangential components of the particle's acceleration when t = 15 s. Hint: Find the angle of $a⃑$ measured counterclockwise from the positive n axis to calculate a_n and a_t.

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(-0.62t + 7.2) = -0.62\ m/s^2$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d}{dt}(0.44t - 9.1) = 0.44\ m/s^2$$

and therefore, the acceleration vector is:

$$\vec{a} = -(0.62\ m/s^2)\hat{\imath} + (0.44\ m/s^2)\hat{\jmath}$$

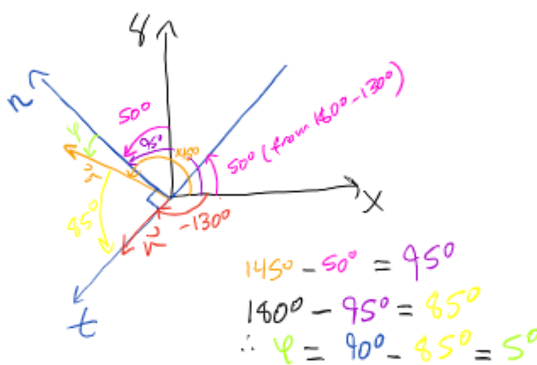
To get the magnitude and angle of $a⃑$:

$$a = [{a_x}^2 + {a_y}^2]^{1/2} = [(-0.62\ m/s^2)^2 + (0.44\ m/s^2)^2]^{1/2} = 0.76\ m/s^2$$

$$\beta = tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = tan^{-1}\left(\frac{0.44\ m/s^2}{-0.62\ m/s^2}\right) = 145^{\circ}$$

[$\beta = 145^{\circ}$ is not what is displayed on the calculator, but rather $\beta = -35^{\circ}$ is displayed on the calculator (which has the same tagent as $\beta = 145^{\circ}$). By inspection of the signs of the components of velocity components, we can rule out $\beta = -35^{\circ}$ as the desired angle of the acceleration which lies in the 2nd quadrant (and is given by $-35° + 180° = 145°$).]

From the figure below, $\varphi = 5°$.



Therefore, the normal and tangential components of the particle's acceleration are:

$$a_n = (5°) = 0.76\ m/s^2$$
$$a_t = (5°) = 0.066\ m/s^2$$

2-4. [9 Points] Car A is being pulled by truck B. If B is moving to the right with a speed of 6 m/s, and decreasing in speed at a rate of *0.9 m/s²*, determine the velocity and acceleration of car A, and the velocity and acceleration of A relative to B.

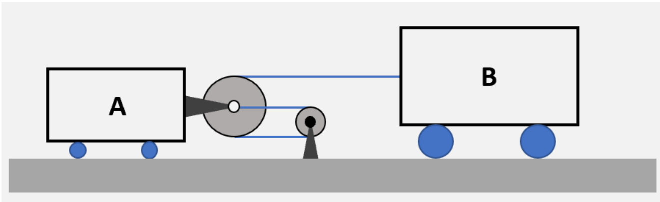
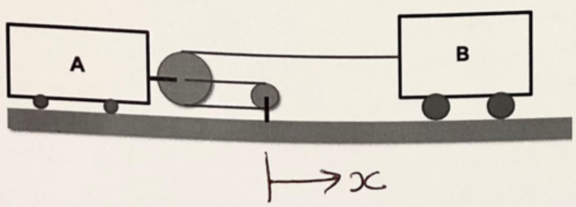


Figure 2-4

Solution



given

$v_B = 6\,m/s$

$a_B = -0.9\,m/s^2$

find

$v_A, a_A, v_{A/B}, a_{A/B}$

length of cable:

$l = x_B - 3x_A + C$

$dl/dt = v_B - 3v_A = 0 \quad (1)$

$d^2l/dt^2 = a_B - 3a_A = 0 \quad (2)$

v_B into eq'n 1: $6 - 3v_A = 0$

$\underline{v_A = 2\,m/s}$ (ie. to the right)

a_B into eq'n 2: $-0.9 - 3a_A = 0$

$\underline{a_A = -0.3\,m/s^2}$ (ie. slowing)

$v_{A/B} = v_A - v_B = 2 - 6$

$\underline{v_{A/B} = -4\,m/s}$ (ie. to the left)

$a_{A/B} = a_A - a_B = -0.3 + 0.9$

$\underline{a_{A/B} = 0.6\,m/s^2}$ (ie. to the right)