Examen intra-semestriel 1 - Version A

PHY 1721-1731
9 octobre 2015
Durée: 75 minutes

Instructions

- Cet examen contient 6 pages et comprend 14 questions.
- C'est un examen à livre fermé de 75 minutes. Les types de calculatrices permises sont : la Texas TI-30X, TI-30XA, TI-30XSLR, scientifiques et non programmables.
- Répondez aux questions 1 à 12 sur la feuille de réponses à lecteur optique (Scantron). Choisissez la réponse qui se rapproche la plus de la vôtre.
- L'examen est sur 20 points.
- Chaque choix de réponses vaut 1 point pour un total de 12 points.
- Pour les questions 13 et 14, présentez votre démarche dans le cahier d'examen. Identifiez clairement le numéro de la question et utilisez une nouvelle page par question. Ces questions valent chacune 4 points.
- Il y a une liste de formules utiles sur la dernière page, vous pouvez les détacher.

Bonne chance!

IDENTIFIEZ ET RETOURNEZ UN CAHIER D'EXAMEN (nom et numéro d'étudiant)

IDENTIFIEZ ET RETOURNEZ LA FEUILLE DE RÉPONSES À LECTEUR OPTIQUE (nom, numéro d'étudiant, version du questionnaire)

1. (1 point) Quel est le module du produit vectoriel entre un vecteur de module de 2.00 m pointé vers l'est et un vecteur de module de 4.00 m orienté 30.0° à l'ouest du sud?

   (a) -6.93 m (b) -4.00 m (c) 4.00 m (d) 6.93 m (e) 8.00 m

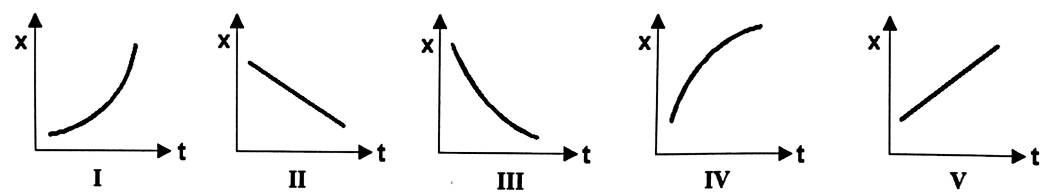
   module= $(2)(4)\sin(120°) = 6.93$

2. (1 point) Une voiture parcourt 30 km à une vitesse moyenne de 60 km/h pour ensuite ralentir et parcourir un autre 30 km à une vitesse moyenne de 30 km/h. La vitesse moyenne de la voiture pour le trajet total de 60 km est:

   (a) 35 km/h (b) 40 km/h (c) 45 km/h (d) 50 km/h (e) 53 km/h

   premier trajet: $t = 30/60 = 0.5$h, second trajet: $t = 30/30 = 1$h, total: $v = (30 + 30)/(0.5 + 1) =$ 40km/h

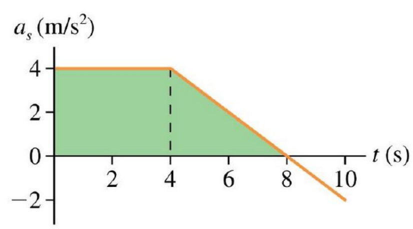
3. (1 point) Lequel des graphiques position vs. temps suivants représente le déplacement d'un objet dont la vitesse est positive mais diminue?



   (a) I (b) II (c) III (d) IV (e) V

   Seul graphique pour lequel la pente positive diminue.

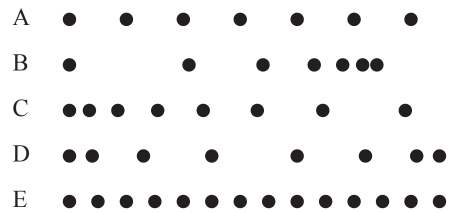
4. (1 point) La figure suivante montre le graphique de l'accélération en fonction du temps pour une particule dont la vitesse initiale est de 10 m/s. Quelle est sa vitesse au moment $t = 8$ s?



   (a) 0 m/s (b) 16 m/s (c) 24 m/s (d) 32 m/s (e) 34 m/s

   L'aire sous la courbe donne 24 m/s qu'on ajoute à 10 m/s.

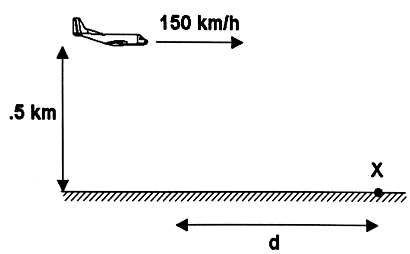
5. (1 point) Les diagrammes suivants représentent les positions d'un objet selon l'axe de x à des intervalles de temps égaux. L'objet se déplace de gauche à droite. Laquelle des affirmations suivantes est vraie?



(a) A possède la plus grande vitesse et la plus grande accélération.
(b) C a une vitesse décroissante.
(c) D accélère puis décélère.
(d) E possède une plus grande vitesse que A.
(e) Aucune de ces réponses.

A ne possède pas la plus grande accélération, sa vitesse est constante
C a une vitesse croissante
E possède une plus petite vitesse que A

6. (1 point) L'avion présenté ci-dessous se déplace horizontalement à une altitude de 0.5 km et à une vitesse de 150 km/h. À quelle distance horizontale d d'une cible doit-il laisser tomber verticalement un colis pour que celui-ci atterrisse au point X?



(a) 0 m (b) 13.3 m (c) 421 m (d) 1515 m (e) 4252 m

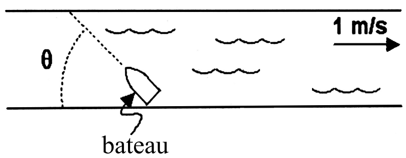
$\Delta y = gt^2/2 \Rightarrow d = v_x t = v_x\sqrt{2\Delta y/g} = (150/3.6)\sqrt{2 * 500/9.8} = 421\text{m}$

7. (1 point) Deux particules, A et B, sont en mouvement circulaire uniforme autour d'un centre commun. L'accélération de la particule A est 8 fois plus grande que celle de la particule B. La période de B est 2 fois plus grande que celle de A. Quel est le rapport entre les rayons des trajectoires?

(a) $\dfrac{r_A}{r_B} = 2$ (b) $\dfrac{r_A}{r_B} = 4$ (c) $\dfrac{r_A}{r_B} = 8$ (d) $\dfrac{r_A}{r_B} = 16$ (e) $\dfrac{r_A}{r_B} = 32$

$$a_c = \frac{(2\pi r)^2}{T^2 r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow 8 = \frac{a_{cA}}{a_{cB}} = \frac{r_A}{r_B}\frac{T_B^2}{T_A^2} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 8\left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 = 8\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 8\left(\frac{1}{4}\right) = 2$$

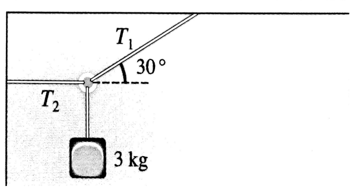
8. (1 point) On désire traverser une rivière en bateau perpendiculairement (donc le point d'arrivée doit être vis-à-vis le point de départ). Le bateau peut avancer à 2 m/s sur de l'eau calme et l'eau de la rivière coule actuellement à 1 m/s vers la droite. Selon quel angle θ doit-on mettre le cap?



(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 75° (e) 90°

La trajectoire finale doit être à 90°. Par contre, il faut mettre le cap selon un angle α à gauche de ce cap car le courant nous ramène vers la droite: $\sin\alpha = (1 \text{ m/s})/(2 \text{ m/s}) \Rightarrow \alpha = 30°$ donc $\theta = 90° - 30° = 60°$.

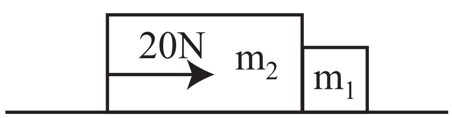
9. (1 point) Un bloc de 3 kg est suspendu par deux cordes (une horizontale et une à 30 degrés par rapport au plafond). Le module de la tension T_2 est:



(a) 14.7 N (b) 33.9 N (c) 50.9 N (d) 58.8 N (e) aucune de ces réponses

$T_1 \sin 30° = mg, T_2 = T_1 \cos 30° \Rightarrow T_2 = mg/\tan 30° = 50.9\text{N}$

10. (1 point) Deux blocs de masses $m_1 = 2$ kg et $m_2 = 3$ kg glissent sur une surface sans frottement. Une force de 20 N agit horizontalement sur m_2. Déterminez le module de la force exercée par m_1 sur m_2.



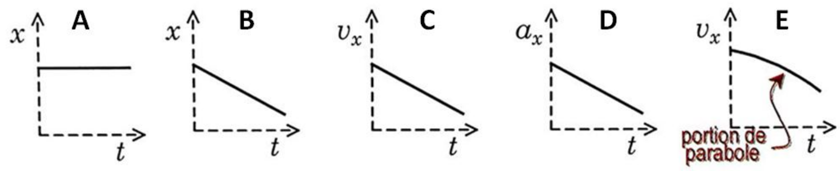
(a) 0 N (b) 8 N (c) 10 N (d) 12 N (e) 20 N

soit F la force de m_1 sur m_2
pour les 2 blocs ensemble: $\sum F_x = 20 \text{ N} = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = 20 \text{ N}/(2+3) \text{ kg} = 4 \text{ m/s}^2$
pour le bloc 2: $\sum F_x = 20 \text{ N} - F = m_2 a \Rightarrow F = 20 \text{ N} - 3 \text{ kg}(4 \text{ m/s}^2) = 8 \text{ N}$

11. (1 point) Un étudiant de 60 kg fait un tour de grande roue qui lui fait décrire un cercle vertical de rayon de 20 m à une vitesse de module constant. La vitesse de la roue est telle que, lorsqu'il se trouve au sommet de la roue, le poids apparent de l'étudiant correspond à la moitié de son poids réel. Quel est son poids apparent lorsqu'il est au point le plus bas de la roue?

(a) 0 N (b) 60 N (c) 294 N (d) 882 N (e) 1176 N si son poids apparent au sommet $= mg/2$, $a_c = g/2$ car $P = m(g - a_c)$ au sommet. Alors, au point le plus bas: $P = m(g + a_c) = 3mg/2 = 882N$.

12. Parmi les graphiques suivants, quels sont ceux qui correspondent à un mouvement uniformément accéléré?



(a) A, B, C (b) B, C, D (c) A, D, E (d) A, B, C, D (e) A, B, C, E

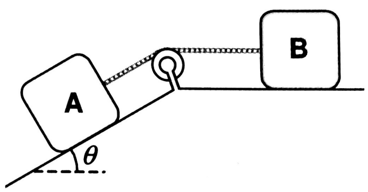
En A et B, $a = 0$. En C, $a =$ constante. En D, a varie. En E, a varie car la pente varie.

RÉPONDEZ AUX DEUX QUESTIONS SUIVANTES DANS VOTRE CAHIER D'EXAMEN

13. (4 points) (a) Le chien d'une étudiante est immobile à 8 m d'elle. L'étudiante lance un os vers le chien avec un angle de 30° au-dessus de l'horizontale. Lorsque l'os quitte sa main, il est à 1 m au-dessus du sol et il se déplace à 15 m/s. Le chien se met à courir dans la même direction que l'os au moment où l'os quitte la main. Quel doit être le module de la vitesse du chien pour qu'il attrappe l'os lors de son arrivée au sol? On suppose que le chien prend un temps négligeable pour passer du repos à sa vitesse de course constante. (b) On refait l'exercice avec un chien moins futé qui attend que l'os soit au-dessus de lui pour débuter sa course. Quel doit être le module de la vitesse de ce second chien pour qu'il attrappe l'os lors de son arrivée au sol?

(a) on calcule le temps du vol de l'os:
$y = y_0 + v_{y_0}t - gt^2/2 \Rightarrow 0 = 1 + 15\sin(30)t - 4.9t^2 \Rightarrow t = 1.654$ s ou $t = -0.1234$ s
on calcule la distance horizontale parcourue par l'os: $\Delta x_{\text{os}} = v_{0_x}t = 15\cos(30)(1.654) = 21.49$ m
le chien doit donc parcourir $(21.49 - 8)$ m en $t = 1.654$ s, donc $v_{\text{chien}} = 13.49/1.654 = 8.154$ m/s
(b) si le chien attend que l'os soit au-dessus de lui, il doit alors se déplacer exactement à la même vitesse horizontale que l'os: $v_{\text{chien}} = v_{0_x} = 15\cos(30) = 13.0$ m/s

14. (4 points) Deux blocs de même masse sont reliés par une corde passant par une poulie. Le bloc A repose sur une surface inclinée de $\theta = 30°$ par rapport à l'horizontale. Les coefficients de frottement sont les mêmes pour les deux surfaces. Les blocs sont initialement immobiles et on les lâche. (a) Pour quelle valeur minimale de μ_s les blocs demeurent-ils immobiles? (b) Quel est le module de l'accélération des blocs si $\mu_s = 0.25$ et $\mu_c = 0.2$?



(a) selon un axe x vers la gauche ou vers le bas du plan:
bloc A: $mg\sin\theta - T - \mu_s mg\cos\theta = 0$
bloc B: $T - \mu_s mg = 0$
$\Rightarrow mg\sin\theta - \mu_s mg\cos\theta - \mu_s mg = 0 \Rightarrow \mu_s = \dfrac{\sin\theta}{\cos\theta + 1} = 0.268$
(b) encore selon un axe x vers la gauche ou vers le bas du plan:
bloc A: $mg\sin\theta - T - \mu_c mg\cos\theta = ma$
bloc B: $T - \mu_c mg = ma$
$\Rightarrow mg\sin\theta - \mu_c mg\cos\theta - \mu_c mg = 2ma \Rightarrow a = \dfrac{g(\sin\theta - \mu_c(\cos\theta + 1))}{2} = 0.621$ m/s^2

voir les pages suivantes pour une solution détaillée de ces problèmes

Formules

Constantes

- $g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{Nm^2/kg^2}$

Algèbre

- Si $ax^2 + bx + c = 0$, alors $x = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

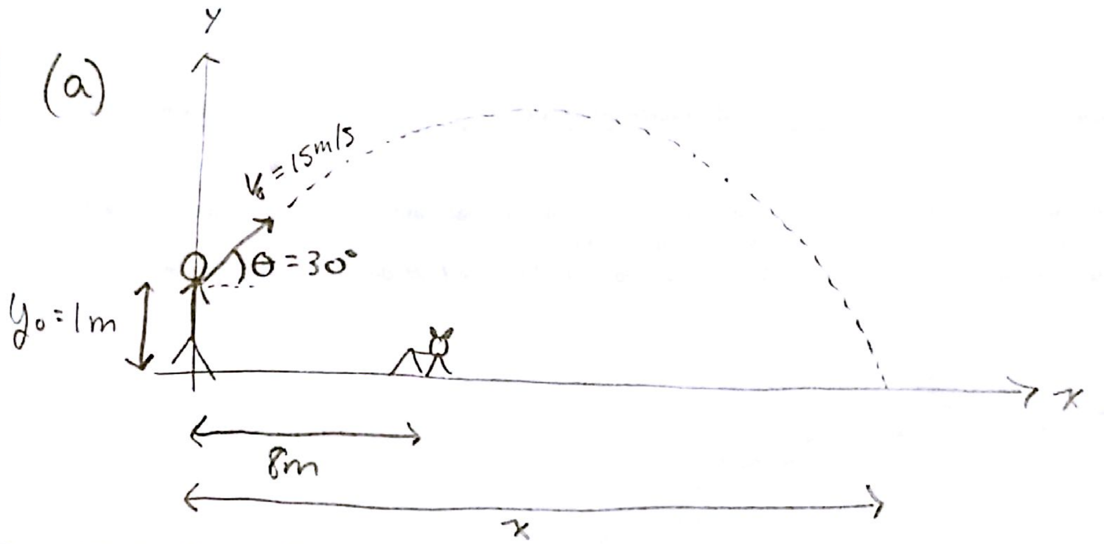
Cinématique

- vitesse moyenne $= \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$
- vitesse instantannée $= \lim_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{dx}{dt}$
- accélération moyenne $= \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$
- accélération instantannée $= \lim_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{dv}{dt}$
- cinématique en 1D:
  $v = v_0 + at$; $\quad x = x_0 + \dfrac{1}{2}(v_0 + v)t$;
  $x = x_0 + v_0 t + \dfrac{1}{2}at^2$; $\quad v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$
- mouvement circulaire uniforme: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$;
  $v = \dfrac{2\pi r}{T} = \omega r$; $\quad a_c = r\omega^2 = \dfrac{v^2}{r}$

Dynamique

- deuxième loi de Newton: $\sum \vec{\mathbf{F}} = m\vec{\mathbf{a}}$
- troisième loi de Newton: $\vec{\mathbf{F}}_{AB} = -\vec{\mathbf{F}}_{BA}$
- gravitation universelle: $F_g = \dfrac{Gm_1 m_2}{r^2}$
- frottement statique: $f_s \leqslant \mu_s N$
- frottement cinétique: $f_c = \mu_c N$
- force centripète $= mv^2/r$

13 (a)



on calcule le temps de vol de l'os :

$$y = y_0 + v_{y_0} t - \frac{g}{2} t^2$$

$$0m = 1m + (15 m/s)\sin(30°)\, t - \left(\frac{9.8 m/s^2}{2}\right) t^2$$

on solutionne l'éq. quadratique $\Rightarrow t = \begin{cases} -0,1234 s \\ \text{ou} \\ 1.654 s \end{cases}$

le bon temps est $\boxed{t = 1.654 s}$ car c'est dans le futur !

on calcule la distance horizontale parcourue par l'os :

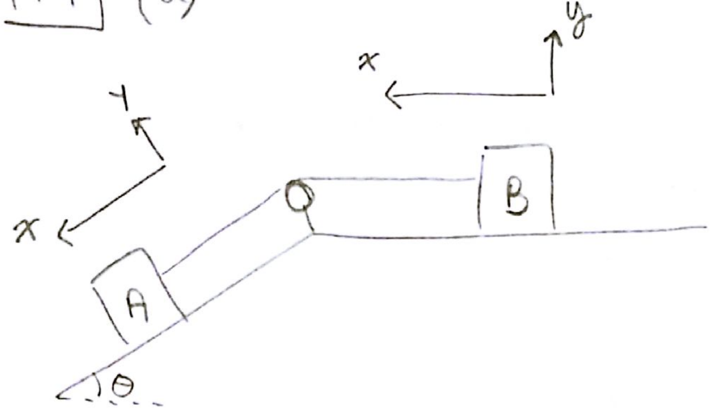
$$x = V_{0_x} t = (15 m/s)\cos(30°)(1.654 s) = 21.49 m$$

le chien est donc à $21,49m - 8m = 13.49m$ du point d'arrivée et doit s'y rendre en $1.654s$

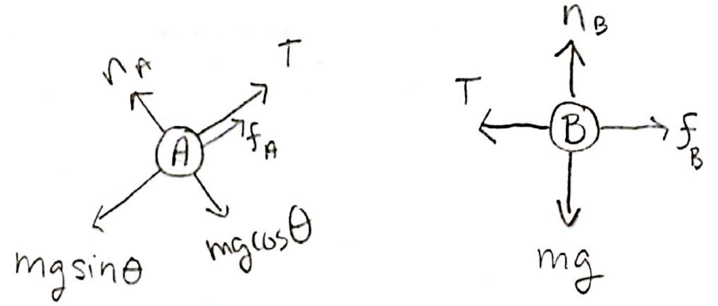
$$\Rightarrow V_{chien} = 13.49m / 1.654s = \boxed{8,154 m/s}$$

(b) le chien doit courir à la même vitesse horizontale que l'os $\Rightarrow V_{chien} = V_{x_0} = (15 m/s)\cos(30°) = \boxed{13.0 m/s}$

14 (a)



diagrammes de forces :



bloc A : $\sum F_y = n_A - mg\cos\theta = 0 \Rightarrow n_A = mg\cos\theta$

$\sum F_x = mg\sin\theta - T - f_A = 0$

(on cherche μ_s pour des blocs immobiles $\Rightarrow a = 0$)

$mg\sin\theta - T - \mu_s n_A = 0$

$$\boxed{mg\sin\theta - T - \mu_s mg\cos\theta = 0} \quad (i)$$

bloc B : $\sum F_y = n_B - mg = 0 = n_B = mg$

$\sum F_x = T - f_B = T - \mu_s n_B = \boxed{T - \mu_s mg = 0}$ (ii)

$(i) + (ii) = \cancel{mg}\sin\theta - \mu_s \cancel{mg}\cos\theta - \mu_s \cancel{mg} = 0$

$$\Rightarrow \mu_s = \frac{\sin\theta}{1+\cos\theta} = \frac{\sin(30°)}{1+\cos(30°)} = \boxed{0{,}268}$$

(b) Comme $\mu_s < 0,268$ trouvé en (a), les blocs vont bouger

(i) devient : $\boxed{mg \sin\theta - T - \mu_c mg \cos\theta = m a_A}$ (iii)

(ii) devient : $\boxed{T - \mu_c mg = m a_B}$ (iv)

Contrainte d'accélération : $a_B = a_A = a$

(iii) + (iv) = $\cancel{m}g \sin\theta - \mu_c \cancel{m}g \cos\theta - \mu_c \cancel{m}g = 2\cancel{m}a$

$$\Rightarrow a = \frac{g}{2}\left[\sin\theta - \mu_c(\cos\theta + 1)\right]$$

$$= \frac{9.8\,m/s^2}{2}\left[\sin(30^\circ) - 0.2\left(\cos(30^\circ) + 1\right)\right]$$

$$= \boxed{0,621\,m/s^2}$$