امتحانات نیم‌سال اول ۹۸ – ۹۷		
نام درس: فیزیک عمومی	مدت زمان امتحان: ۱۰۰ دقیقه	مبنای نمره کل: ۲۰
مشخصه درس: ۵۱۸	نام و نام‌خانوادگی دانشجو:	نمره فعالیت کلاسی:
نام و نام‌خانوادگی استاد: بهروز آدینه	شماره دانشجویی:	نمره میان‌ترم:
تاریخ امتحان: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸	رشته‌تحصیلی و مقطع: الکتروتکنیک-برق‌صنعتی	نمره پایان نیمسال:
ساعت امتحان: ۳۰ : ۸	شماره صندلی:	نمره کل:
دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار		

امتحان جزوه باز □ جزوه بسته ☑ دانشجو مجاز به استفاده از ماشین حساب می‌باشد ☑ نمی‌باشد □
پاسخ‌نامه نیاز دارد ☑ ندارد □

سوال	بارم نمره

در جدول زیر چیزی ننویسید.

سوال ۱	سوال ۲	سوال ۳	سوال ۴	سوال ۵	سوال ۶	جمع
۱۵	۱۷	۲۵	۱۳	۸	۲۲	۱۰۰

سوال ۱: یک پرتاب‌کننده بیسبال توپ را در راستای محور y و با سرعت اولیه $۱۰\ m/s$ پرتاب می‌کند (مقدار $g = ۱۰\mathrm{m/s^۲}$ است).

(الف) چه مدت طول می‌کشد تا توپ به بالاترین ارتفاع برسد؟

(ب) بالاترین ارتفاع توپ بالای نقطه رها شده چقدر است؟

(ج) چقدر طول می‌کشد تا توپ به فاصله ۱ متری بالای نقطه پرتاب برسد؟

پاسخ:

(الف)

$$v = v_۰ - gt \Rightarrow t = \frac{v - v_۰}{-g} = \frac{۰ - ۱۰}{-۱۰} = ۱\ s$$

(ب)

$$v^۲ - v_۰^۲ = -۲gy \Rightarrow y = \frac{v^۲ - v_۰^۲}{-۲g} = \frac{۰ - ۱۰^۲}{-۲ \times ۱۰} = ۵\ m$$

(ج)

$$y - y_۰ = v_۰t - \frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow ۱ = ۱۰t - \frac{۱}{۲}۱۰t^۲ \Rightarrow ۵t^۲ - ۱۰t + ۱ = ۰ \Rightarrow \Delta = b^۲ - ۴ac = ۴ - ۰/۸ = ۳/۲$$

$$t_{۱,۲} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{۲a} = \frac{۲ \pm \sqrt{۳/۲}}{۲} = ۱/۸۹\ \mathrm{s},\ ۰/۱\ \mathrm{s}$$

سوال ۲: در مسابقه‌ای بین یک موتورسیکلت، ماشین و هواپیما، ابتدا موتورسیکلت پیشی می‌گیرد اما در ادامه هواپیما جلو می‌زند و در انتها، ماشین از موتورسیکلت عبور می‌کند. اگر برروی موتورسیکلت و ماشین تمرکز کنیم و مقادیر قابل‌قبولی را برای حرکت آن‌ها در نظر بگیریم، داریم: موتورسیکلت ابتدا پیشی می‌گیرد زیرا شتاب (ثابت) آن $a_m = ۸/۴۰\ \frac{m}{s^۲}$ بزرگتر از شتاب (ثابت) ماشین $a_c = ۵/۶۰\ \frac{m}{s^۲}$ است. اما بزودی به ماشین می‌بازد زیرا قبل از اینکه ماشین به سرعت نهایی خود یعنی $v_c = ۱۰۶\frac{m}{s}$ برسد، به سرعت نهایی خود یعنی $v_m = ۵۸۸\frac{m}{s}$ می‌رسد. چقدر طول می‌کشد تا ماشین به موتورسیکلت برسد؟

پاسخ:

بارم نمره	سوال

$$x_c = x_{m۱} + x_{m۲}$$
$$x - x_۰ = v_۰ t + \frac{۱}{۲} a t^۲ \Rightarrow x_c = \frac{۱}{۲} a_c t^۲$$
$$v = v_۰ + at \Rightarrow t_m = \frac{v_m}{a_m} = \frac{۵۸/۸}{۸/۴} = ۷\, s$$
$$x - x_۰ = v_۰ t + \frac{۱}{۲} a t^۲ \Rightarrow x_{m۱} = \frac{۱}{۲} a_m t_m^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۸/۴ \times ۷^۲ = ۲۰۵/۸\, m$$
$$x - x_۰ = v_۰ t + \frac{۱}{۲} a t^۲ \Rightarrow x_{m۲} = v_m (t - t_m) = v_m (t - ۷)$$
$$\frac{۱}{۲} a_c t^۲ = ۲۰۵/۸ + v_m (t - t_m) = ۲۰۵/۸ + v_m (t - ۷) \Rightarrow ۲/۸ t^۲ = ۲۰۵/۸ + ۵۸/۸ t - ۴۱۱/۶$$
$$\Rightarrow ۲/۸ t^۲ - ۵۸/۸ t + ۲۰۵/۸ = ۰ \Rightarrow t^۲ - ۲۱ t + ۷۳/۵ = ۰$$
$$\Delta = b^۲ - ۴ac = ۲۱^۲ - ۴ \times ۷۳/۵ \times ۱ = ۴۴۱ - ۲۹۴ = ۱۴۷ \Rightarrow t_{۱,۲} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{۲a} = \frac{۲۱ \pm \sqrt{۱۴۷}}{۲} = ۴/۴۴ s,\ ۱۶/۶ s$$

سوال ۳: خرگوشی در محوطه یک پارکینگ می‌دود. موقعیت خرگوش به عنوان تابعی از زمان t و برحسب متر به صورت زیر است:

$$x = -۰/۳۱ t^۲ + ۷/۲ t + ۲۸, \quad y = ۰/۲۲ t^۲ - ۹/۱ t + ۳۰$$

(الف) در لحظه $t = ۱۰\ \mathrm{s}$ بردار موقعیت خرگوش $\vec{r}$ را بیابید. اندازه و زاویه این بردار را محاسبه نمایید.

(ب) بردار سرعت $\vec{v}$ را در لحظه $t = ۱۵\ \mathrm{s}$ بیابید. اندازه و زاویه آن چقدر است؟

(ج) بردار شتاب $\vec{a}$ را در لحظه $t = ۵\ \mathrm{s}$ بیابید. اندازه و زاویه آن چقدر است؟

پاسخ:

(الف)

$$x = (-۰/۳۱)(۱۰)^۲ + (۷/۲)(۱۰) + ۲۸ = ۶۹\ \mathrm{m}, \quad y = (۰/۲۲)(۱۰)^۲ - (۹/۱)(۱۰) + ۳۰ = -۳۹\ \mathrm{m}$$
$$\vec{r} = ۶۹\hat{i} - ۳۹\hat{j}, \quad r = \sqrt{x^۲ + y^۲} = \sqrt{۶۹^۲ + (-۳۹)^۲} = ۸۷\ \mathrm{m}, \quad \theta = \tan^{-۱} \frac{y}{x} = \tan^{-۱} \left(\frac{-۳۹}{۶۹} \right) = -۲۹/۴۷^{\circ}$$

(ب)

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(-۰/۳۱ t^۲ + ۷/۲ t + ۲۸) = -۰/۶۲ t + ۷/۲\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(۰/۲۲ t^۲ - ۹/۱ t + ۳۰) = ۰/۴۴ t - ۹/۱\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$
$$t = ۱۵\ \mathrm{s} \Rightarrow v_x = -۲/۱, \quad v_y = -۲/۵ \Rightarrow \vec{v} = -۲/۱\hat{i} - ۲/۵\hat{j}$$
$$v = \sqrt{v_x^۲ + v_y^۲} = \sqrt{(-۲/۱)^۲ + (-۲/۵)^۲} = ۳/۳\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad \theta = \tan^{-۱} \frac{v_y}{v_x} = \tan^{-۱} \left(\frac{-۲/۵}{-۲/۱} \right) = ۵۰^{\circ}$$

(ج)

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(-۰/۶۲ t + ۷/۲) = -۰/۶۲\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^۲}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d}{dt}(۰/۴۴ t - ۹/۱) = ۰/۴۴\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^۲}$$
$$t = ۵\ \mathrm{s} \Rightarrow a_x = -۰/۶۲, \quad a_y = ۰/۴۴ \Rightarrow \vec{a} = -۰/۶۲\hat{i} + ۰/۴۴\hat{j}$$
$$a = \sqrt{a_x^۲ + a_y^۲} = \sqrt{(-۰/۶۲^۲) + ۰/۴۴^۲} = ۰/۷۶, \quad \theta = \tan^{-۱} = \frac{a_y}{a_x} = \tan^{-۱} \left(\frac{۰/۴۴}{-۰/۶۲} \right) = -۳۵^{\circ}$$

سوال ۴: فوتبالیستی توپ را با سرعت اولیه $۱۵/۵\ \mathrm{m/s}$ با زاویه ۳۶° نسبت به افق شوت می‌کند. با فرض اینکه توپ در یک صفحه قائم حرکت کند ($g = ۹/۸\ \mathrm{m/s}^۲$):

بارم نمره	سوال

(الف) زمان $t_۱$ برای اینکه توپ به نقطه اوج مسیر خود برسد چقدر است؟

(ب) توپ تا چه ارتفاعی اوج می‌گیرد؟

(ج) برد توپ و زمان پرواز آن چقدر است؟

پاسخ:

(الف) در نقطه اوج، مولفه قائم سرعت صفر است. $t_۱$ را از معادله زیر حساب می‌کنیم:

$$v_y = v_{\circ y} - gt, v_y = \circ, v_\circ = ۱۵\text{/}۵\,\mathrm{m/s}, \theta_\circ = ۳۶^\circ \Rightarrow t_۱ = \frac{v_\circ \sin\theta_\circ - v_y}{g} \Rightarrow t_۱ = \frac{۱۵\text{/}۵ \times \sin ۳۶^\circ}{۹\text{/}۸} = \circ\text{/}۹۳\,\mathrm{s}$$

(ب) توپ در لحظه $t = \circ\text{/}۹۳\,\mathrm{s}$ به نقطه اوج می‌رسد:

$$y - y_\circ = v_\circ \sin\theta_\circ t - \frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow y = ۱۵\text{/}۵ \times \sin ۳۶^\circ \times \circ\text{/}۹۳ - \frac{۱}{۲} \times ۹\text{/}۸ \times \circ\text{/}۹۳^۲ = ۴\text{/}۲\,\mathrm{m}$$

(ج) برد R از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = \frac{v_\circ^۲}{g}\sin ۲\theta_\circ = \frac{۱۵\text{/}۵^۲}{۹\text{/}۸}\sin ۷۲^\circ = ۲۳\text{/}۳\,\mathrm{m}$$

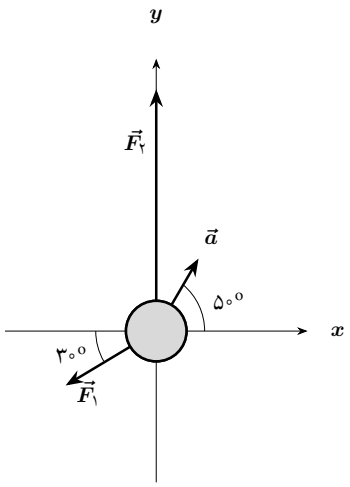
چون زمان لازم برای بالا رفتن توپ با زمان لازم برای سقوط توپ برابر است. زمان از معادله زیر بدست می‌آید:

$$t_۲ = ۲t_۱ = ۲ \times \circ\text{/}۹۳ = ۱\text{/}۸۶\,\mathrm{s}$$

سوال ۵: ماهواره‌ای در ارتفاع $h = ۲۵۰\,\mathrm{km}$ از سطح زمین، به دور زمین می‌گردد. در این ارتفاع $g = ۹\text{/}۱\,\mathrm{m/s^۲}$ است (این مقدار از $۹\text{/}۸\,\mathrm{m/s^۲}$ کمتر است. چون g با زیاد شدن ارتفاع کم می‌شود). سرعت این ماهواره را پیدا کنید. شعاع زمین $R = ۶۳۷۰\,\mathrm{km}$ است.
پاسخ:

$$g = \frac{v^۲}{R+h} \Rightarrow v = \sqrt{g(R+h)} = \sqrt{۹\text{/}۱ \times ۶۶۲۰ \times ۱۰^۳} = ۷۷۶۱\text{/}۵۷\,\mathrm{m/s}$$

سوال ۶: در شکل زیر، جسم دایره‌ای شکل به جرم $۲\,\mathrm{kg}$، شتابی برابر با $۳\,\mathrm{m/s^۲}$ در جهت نشان‌داده شده، در صفحه بدون اصطکاک می‌گیرد. این شتاب در اثر وارد شدن سه نیرو بوجود آمده که تنها دو نیرو در شکل نشان داده شده است. اندازه نیرو $\vec{F}_۱$ برابر با $۱۰\,\mathrm{N}$ و نیرو $\vec{F}_۲$ برابر با $۲۰\,\mathrm{N}$ است. نیروی سوم را به صورت برداری بدست آورید. اندازه و زاویه آن را مشخص کنید.



بارم نمره	سوال
	پاسخ:

$$\vec{F_۱} + \vec{F_۲} + \vec{F_۳} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F_۳} = m\vec{a} - \vec{F_۱} - \vec{F_۲}$$

$$\begin{aligned} F_{۳,x} &= ma_x - F_{۱,x} - F_{۲,x} \\ &= m(a\cos ۵۰^{o}) - (-F_۱ \cos ۳۰^{o}) - ۰ \\ &= ۲ \times ۳ \times ۰/۶۴ - (-۱۰ \times ۰/۸۷) \\ &= ۳/۸۴ + ۸/۷ = ۱۲/۵۴\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{۳,y} &= ma_y - F_{۱,y} - F_{۲,y} \\ &= m(a\sin ۵۰^{o}) - (-F_۱ \sin ۳۰^{o}) - F_۲ \\ &= ۲ \times ۳ \times ۰/۷۷ - (-۱۰ \times ۰/۵) - ۲۰ \\ &= ۴/۶۲ + ۵ - ۲۰ = -۱۰/۳۸\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

$$\vec{F_۳} = F_{۳,x}\hat{i} + F_{۳,y}\hat{j} = ۱۲/۵۴\hat{i} - ۱۰/۳۸\hat{j}\,\mathrm{N}$$

$$|F_۳| = \sqrt{F_{۳,x}^{۲} + F_{۳,y}^{۲}} = \sqrt{۱۲/۵۴^{۲} + (-۱۰/۳۸)^{۲}} = ۱۶/۲۸\,\mathrm{N}$$

$$\theta = \tan^{-۱}\left(\frac{F_{۳,y}}{F_{۳,x}}\right) = \tan^{-۱}\left(\frac{-۱۰/۳۸}{۱۲/۵۴}\right) = -۳۹/۶^{o}$$

دانشجویان محترم از همراه داشتن هرگونه دست‌نوشته، کیف، کتاب، جزوات آموزشی و تلفن همراه در جلسات امتحانی جدا خودداری نمایید.